

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS

LICENCIATURA EM CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO

RAMO: ADMINISTRAÇÃO E CONTROLO FINANCEIRO

TRABALHO DE FIM DE CURSO

Análise das curvas de aprendizagem numa empresa industrial

Estudo de caso: FRESCOMAR, SARL

Marly Pires da Cruz – N° 09.874

Mindelo, Maio de 2014

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS ECONÓMICAS E EMPRESARIAIS

LICENCIATURA EM CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO

RAMO: ADMINISTRAÇÃO E CONTROLO FINANCEIRO

TRABALHO DE FIM DE CURSO

Análise das curvas de aprendizagem numa empresa industrial

Estudo de caso: FRESCOMAR, SARL

Marly Pires da Cruz – N° 09.874

ORIENTADOR: Dra. Raquel Almeida

Mindelo, Maio de 2014

EPÍGRAFO

*“Pensar não é uma opção nossa,
mas uma actividade inevitável”.*

Augusto Cury

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho: aos meus avós,
João Duarte, que já não se encontra entre nós,
e Maria Santos, pelos princípios
que me inculcaram e que contribuíram
para a formação do meu carácter.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado de um estudo que só foi possível porque muitas pessoas deram o seu contributo para a sua realização. Portanto, sou grata a todas essas pessoas que de uma forma ou de outra me motivaram a não desistir e por me fazer acreditar que realmente é possível.

Primeiramente a Deus, pelo amor incondicional, pela sua luz e pelo seu acompanhamento em todas as etapas da minha vida.

À minha família, em especial aos meus pais, Gilmar Vaz da Cruz e Joana Baptista Pires Duarte, aos meus irmãos, Josimar da Cruz, Risia Santos, Jéssica da Cruz, Danisio da Cruz, Emanuel Delgado e Astrid Fortes, por todo o apoio emocional e financeiro, não só durante a minha carreira académica mas durante toda a minha vida e ao meu primo Rony pelo carinho e ajuda na parte informática.

À minha orientadora, Raquel Almeida, pela amizade, competência, conselhos, sugestões e incentivos que foram determinantes na elaboração do trabalho.

Ao professor Carlos Monteiro pelas dicas e sugestões que muito me auxiliaram na realização do trabalho.

Ao ISCEE, e aos docentes pelos conhecimentos transmitidos.

À FRESCOMAR, em especial o Sr. António Apolinário, a Sra. Carla Fernandes, pela disponibilidade e informações facultadas, e aos colaboradores da empresa pelo carinho e atenção com que me trataram.

À tia e professora, Adelina Fortes pelo amor, afecto, paciência e pelas correcções feitas ao trabalho.

A todos os meus colegas e amigos, em especial, Deisy Correia, Cacilda Rocha, Célida Delgado, Cilene Duarte, Kelly de Brito, Lenira do Rosário, Lódia Pires, Telma Santos, Yarine Tavares, Zuleica Pires, com os quais a convivência proporcionou-me experiências incríveis e inesquecíveis.

A todos os que contribuíram para este trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Este presente trabalho mostra o desenvolvimento de um modelo para colecta de dados e a determinação das curvas de aprendizagem numa empresa industrial, de modo a verificar a eficiência operacional.

Essas curvas foram introduzidas por Wright em 1936, e desde então, têm sido utilizadas para calcular do tempo de produção, a quantidade produzida durante esse tempo e estimação da redução de custos de produção.

Começa-se por fazer um levantamento teórico sobre os conceitos ligados a essa ferramenta, aos factores que o influenciam, a sua utilidade nos negócios, bem como os modelos desenvolvidos para a sua aplicação.

Tem como objectivo apresentar um modelo para a colecta de dados para a análise das curvas de aprendizagem, aplicado numa empresa de conserva de peixes – FRESCOMAR - localizada na ilha de São Vicente.

Para tal, foi feita uma observação aos colaboradores da empresa sobre o seu desempenho a nível da produtividade num determinado espaço de tempo, tendo verificado que a empresa não está a conseguir aumentar a sua produção a medida em que os colaboradores ganham prática e familiaridade com as tarefas desempenhadas. Nesta óptica notou-se que a empresa não segue uma taxa de aprendizagem durante o período em análise, não atingindo crescimento da sua produtividade com consequente a redução dos custos.

Palavras-Chave: Curva de aprendizagem, Desempenho do colaborador, Produtividade.

ABSTRACT

The present work shows the development of a model used to collect information and determine the learning curve on industrial company, to verify the operational efficiency.

These curves were introduced by Wright in 1936, and since then have been used to calculate the production time, the amount produced during that time and allowed the reduction of production costs.

It starts by making a survey of the theoretical concepts and linked this tool, the factors that influence its usefulness in business, as well as the models developed for its application.

Aims to present a model to collect information to analyse the learning curves applied to employees of a company of canned fish - Frescomar - located on São Vicente Island.

To this end, a note was made to the company's employees on their performance in productivity within a certain time, where it appears that the company is not managing to increase their production as they gain practice and familiarity with the tasks performed. This means that the company does not follow a learning rate for the growth of productivity and cost reduction.

Key words: Learning Curve, Performance worker, Productivity

Índice

EPÍGRAFO.....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE QUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
1 CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações iniciais.....	1
1.2 Justificativa	1
1.3 Objectivos	2
1.4 Objecto de estudo.....	2
1.5 Problema	3
1.6 Delimitação.....	3
1.7 Relevância do estudo	3
1.8 Metodologia	3
1.8.1 Método de investigação	4
1.8.2 Recolha de dados de investigação	4
1.8.3 População ou universo.....	5
1.8.4 Análise de dados.....	6
1.9 Estrutura do trabalho.....	6
2 CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1 Processo de aprendizagem	7
2.2 Curva de Aprendizagem (CA)	8
2.3 Factores que influenciam a curvas de aprendizagem.....	10
2.4 Utilização das curvas de aprendizagem	14
2.5 Modelos de curva de aprendizagem.....	15
2.5.1 Modelo Potencial (Modelo de Wright).....	16
2.5.2 Modelos Exponenciais.....	24
2.5.3 Modelos Hiperbólicos	26

2.6	Aplicação das curvas de aprendizagem	27
3	CAPÍTULO 3 – ESTUDO DE CASO	31
	Análise da curva de aprendizagem numa empresa industrial – FRESCOMAR.....	31
3.1	Apresentação da empresa.....	31
3.1.1	Identificação	31
3.1.2	Localização.....	31
3.1.3	Missão e princípios.....	31
3.1.4	Descrição do processo produtivo.....	32
3.2	Escolha do modelo para aplicação	33
3.3	Apresentação do modelo.....	34
3.3.1	Escolha da secção a ser estudada.....	35
3.3.2	Escolha das equipas (colaboradores) que serão acompanhadas	35
3.3.3	Medição da quantidade produzida.....	36
3.3.4	Desenho e análise dos gráficos a partir dos dados colectados.....	36
3.4	Aplicação do modelo apresentado	37
3.4.1	Escolha da secção a ser estudada.....	37
3.4.2	Escolha das equipas (colaboradores) que serão acompanhadas	37
3.4.3	Medição da quantidade produzida.....	38
3.4.4	Desenho e análise dos gráficos a partir dos dados colectados.....	38
3.5	Considerações sobre o modelo aplicado	45
	CONCLUSÕES	46
	RECOMENDAÇÕES.....	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	xi
	APÊNDICES	xiv
	ANEXOS	xxii

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Relação entre a produção e o dobro da produção.....	18
Quadro 2: Ficha de acompanhamento dos colaboradores.....	36
Quadro 3: Ficha de resumo da produtividade por semana.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Processo Produtivo da empresa.....	33
Figura 2: Diagrama para modelo proposto.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de curva de aprendizagem segundo o modelo de Wright.....	16
Gráfico 2: Relação entre a produção e o dobro da produção.....	19
Gráfico 3: Gráfico de comparação dos modelos de curva de aprendizagem.....	24
Gráfico 4: Modelos hiperbólicos.....	27
Gráfico 5: Curva de aprendizagem filetagem 1ª semana.....	39
Gráfico 6: Curva de aprendizagem filetagem 2ª semana.....	40
Gráfico 7: Curva de aprendizagem filetagem 3ª semana.....	41
Gráfico 8: Curva de aprendizagem enlatamento 1ª semana.....	42
Gráfico 9: Curva de aprendizagem enlatamento 2ª semana.....	43
Gráfico 10: Curva de aprendizagem enlatamento 3ª semana.....	44

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CA - Curva de Aprendizagem

ERP – *Enterprice Resource Planning*

KG – Quilograma

MP – Matéria Prima

ONU – Organização das Nações Unidas

PME's – Pequenas e Médias Empresas

PV – Preço de Venda

SARL – Sociedade Anónima de Responsabilidade Limitada

1 CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Com a evolução que vem ocorrendo na nossa sociedade tornando o mercado cada vez mais turbulento, implica que as empresas estejam sempre preparadas a acompanhar essa evolução, a fim de não ficarem atrás ou mesmo de se extinguirem.

Assim, em resultado dessas mudanças no mercado, da globalização, dos avanços tecnológicos, do aumento do grau de sofisticação dos mercados consumidores e a crescente competitividade entre as empresas, torna-se fundamental a busca de soluções para estar sempre em consonância com o mercado e acompanhar a sua evolução. Mas para que essa mudança aconteça de forma saudável é necessário que os colaboradores estejam empenhados com a organização.

Dentro desta abordagem, a curva de aprendizagem vem sendo uma ferramenta útil na análise do desempenho dos colaboradores, para que possa alcançar esta vantagem competitiva. Assim com a velocidade que as mudanças ocorrem no mercado, os gestores de produção precisam estar atentos para produzir um produto de qualidade e com a mesma rapidez do mercado, de modo a manter um patamar elevado neste ambiente global instável.

1.2 Justificativa

Qualquer mudança dentro de uma organização terá sucesso se os funcionários empenharem, isto é, depende de uma compreensão da habilidade das pessoas em lidar com essa mudança.

A informação e o conhecimento substituem o capital físico e financeiro, tornando-se uma das maiores vantagens competitivas nos negócios, e a inteligência constitui uma grande riqueza criadora de valor.

O processo de adaptação dos meios de produção ao novo procedimento ou produto geralmente traz consigo perdas pronunciadas (baixo nível de produção e de qualidade nas primeiras unidades produzidas e entre outras), decorrentes principalmente da pouca habilidade dos trabalhadores em executar uma tarefa desconhecida (Uzumeri e Nembhard, 1998 *apud* Anzanello, 2004).

As empresas industriais são as que normalmente têm mais perdas na introdução de um novo procedimento ou modelo de produto, isto devido ao facto dos trabalhadores não estarem familiarizados com essas novas tarefas que vão desempenhar ou então as que são modificadas quando há alteração no modelo de fabricação. Logo os funcionários têm de se adaptar a essas tarefas de modo a ganhar prática e compensar esses custos ao longo da experiência acumulada, aumentando assim a produção e a qualidade.

Porém, o processo de aprendizagem não ocorre da mesma forma entre os colaboradores de uma linha de produção. Alguns colaboradores passam mais tempo a atingir um resultado na produção, enquanto que outros apresentam um nível de aprendizagem mais rápido. Isto depende muitas vezes da motivação e da habilidade que estes ganham com o tempo de execução da tarefa.

Esta situação pode ser analisada através da curva de aprendizagem, onde se pode ver o nível de desempenho dos colaboradores, à medida que ganham prática na repetição de uma tarefa.

Neste sentido e por se tratar de uma área académica pouco explorada surgiu alguma curiosidade no sentido de aprofundar os meus conhecimentos científicos inerentes ao assunto e ainda analisar a sua repercussão na prática.

1.3 Objectivos

O objectivo geral deste trabalho é apresentar um modelo para a colecta de dados para a análise das curvas de aprendizagem.

Também pretende-se com os objectivos específicos: Levantar o estado de arte sobre modelos de curva de aprendizagem e suas aplicações na literatura; Acompanhar os colaboradores perante o efeito aprendizagem; mensurar e analisar o potencial aprendizagem dos colaboradores segundo a teoria da curva de aprendizagem.

1.4 Objecto de estudo

O presente trabalho tem como objecto de estudo os colaboradores da secção filetagem/enlatamento da empresa - FRESCOMAR.

1.5 Problema

Pretende-se igualmente com o trabalho responder à seguinte pergunta:

Os colaboradores da empresa FRESCOMAR aumentam a sua produtividade à medida que ganham experiência?

1.6 Delimitação

Como as curvas de aprendizagem diferem de empresa para empresa, convém salientar que o estudo será realizado numa empresa de conserva de peixes – FRESCOMAR – que fica situada na Zona Industrial do Lazareto em São Vicente. Os dados a serem analisados dizem respeito ao mês de Fevereiro de 2014.

1.7 Relevância do estudo

A relativa carência de estudos sobre a curva de aprendizagem e a ausência de literatura descrevendo a sua utilização, são argumentos que aliados ao tema reforçam a sua relevância.

Com este trabalho pretende-se alertar aos gestores sobre a utilização da curva de aprendizagem por tratar-se de uma ferramenta poderosa para a gestão, uma vez que, pode auxiliar o gestor na determinação de futuros custos para os produtos. E além disso pode fornecer uma compreensão sobre o desempenho dos colaboradores.

Também pretende-se alertar sociedade académica sobre a importância que este tema traz para as empresas, de modo a tentarem ampliar os seus conhecimentos e daí tentar aprofundá-los em futuros trabalhos.

1.8 Metodologia

A metodologia refere-se a forma como será estruturado o trabalho, com o objectivo de orientar através de métodos e procedimentos a obtenção dos meios necessários à interpretação do contexto científico.

1.8.1 Método de investigação

Trata-se de uma investigação de natureza exploratória e descritiva: exploratória visto que objectiva a maior familiaridade com o problema, tornando explícita. Assume em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudo de caso (Kauartk, Manhães e Medeiros, 2010); e descritiva porque não assume pretensão para generalização. Esse estudo consiste em observar, registrar, analisar, descrever o processo de aprendizagem dos colaboradores na área de produção da empresa mais precisamente na secção de filetagem/enlatamento.

Este trabalho é classificado como pesquisa aplicada, uma vez que visa gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos (Kauartk, Manhães e Medeiros, 2010).

A execução deste trabalho será procedida por uma pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. A estruturação teórica será baseada em materiais já publicados e o estudo de caso consiste em colectar e analisar informações sobre o objecto de estudo, a fim de estudar os aspectos relacionados com o assunto da pesquisa.

Segundo Prodanov e Freitas, (2013, p. 60),

“O estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa e/ou quantitativa, entendido como uma categoria de investigação que tem como objecto o estudo de uma unidade de forma aprofundada, podendo tratar-se de um sujeito, de um grupo de pessoas, de uma comunidade etc. São necessários alguns requisitos básicos para sua realização, entre os quais, severidade, objectivação, originalidade e coerência.”

1.8.2 Recolha de dados de investigação

A recolha de dados foi instrumentalizada através de observações. Através dessa técnica pode-se conhecer melhor a realidade da empresa e ter informações claras e precisas sobre o objecto de estudo.

Foi uma observação sistemática, não participante; sistemática porque foi delimitada a área a ser observada que neste caso é a secção filetagem/enlatamento da FRESCOMAR. Segundo Kaurark, Manhães e Medeiros (2010) a observação sistemática é estruturada e

realizada em condições controladas, de acordo com objectivos e propósitos previamente definidos. É igualmente não participante porque o observador não faz parte do objecto de estudo.

1.8.3 População ou universo

População ou universo é um conjunto de indivíduos ou objectos que representam uma ou mais características em comum (Reis, 2009). E entende-se por amostra um segmento da população em estudo. Neste estudo a população é constituída pelos colaboradores da empresa FRESCOMAR que trabalham na secção de filetagem/enlatamento.

Para determinar o tamanho da amostra o investigador terá que levar em consideração a amplitude do universo (infinito ou finito), a representatividade, as variáveis, o tipo de amostragem, o processo de recolha de dados, o erro amostral, o erro de estimação e o nível de confiança com que se deseja trabalhar.

Assim será utilizado como método de selecção da amostra, um método probabilístico ou casual: amostragem aleatória simples por ser bastante preciso e apresenta a todos os elementos da população a mesma probabilidade de serem escolhidas para fazer parte da amostra.

Para obter o tamanho da amostra (ver anexo I), e por esta provir de uma população finita foi utilizada a seguinte expressão:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{Z^2 \cdot p \cdot q + E^2 (N - 1)}$$

Onde, p e q são as probabilidades associadas à característica em estudo, N - tamanho da população, Z - é o valor crítico associado ao nível de confiança estabelecido e E - é a margem de erro permitido.

O tamanho da população foi de N = 456 e estabeleceu-se um nível de confiança de 95% e um erro de estimação de 9%. Para este nível de confiança a tabela apresenta para normal standardizada Z = 1,96%. É lógico pensar que não haja coincidência total entre os dados da população e da amostra. Daí tem-se que fixar o máximo erro tolerável. Neste estudo p = q = 50%. O tamanho da amostra obtida foi de n = 94 colaboradores.

1.8.4 Análise de dados

A abordagem a ser considerada é quantitativa por se tratar de dados quantificáveis e que requerem o uso de recursos e técnicas estatísticas.

Para o tratamento dos dados resultantes da observação, utilizamos o *software Excel* 2010, que é uma ferramenta que permite realizar cálculos e verificar os resultados de imediato.

1.9 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em quatro partes:

Na primeira parte que coincide com o primeiro capítulo está exposto o que se pretende estudar e o porquê da sua abordagem, apresentando os objectivos, o objecto do estudo, a delimitação, a relevância do estudo, a metodologia de pesquisa utilizada, bem como a sua organização.

A segunda parte refere-se à revisão da bibliografia, no que diz respeito à curva de aprendizagem.

A terceira parte é dedicada à elaboração de um estudo de caso, que se inicia fazendo uma breve apresentação da empresa, objecto de estudo, análise dos dados e os resultados obtidos com observações.

Por último termina com as conclusões e recomendações sobre os resultados alcançados com o desenvolvimento do trabalho.

2 CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Processo de aprendizagem

Hoje em dia, a sociedade está em permanente mudança devido ao efeito da globalização. É certo que ela trouxe consigo várias consequências para a sociedade, uma vez que, existe uma troca rápida de informações entre ela, que afecta consequentemente o mundo dos negócios e as empresas em particular, levando assim modificações repentinas no mercado.

“As profundas modificações do mercado, principalmente no que diz respeito a procura por produtos diferenciados, fazem com que as empresas preocupem em responder de maneira rápida e qualificada às exigências do consumidor, sob pena de perderem a competitividade” (Anzanello, 2004. p. 24).

Para que as empresas possam responder a essa procura de forma rápida e qualificada, ela precisa ter especialidades no seu processo de produção, processo esse que é feito de forma calculada para que se possa aproveitar todos os recursos de forma eficiente e tentar minimizar o tempo, respondendo assim às exigências do consumidor. Para tal é necessário que os produtos sejam feitos em menos tempo possível.

Assim surge o processo de aprendizagem, que é a forma como as pessoas adquirem conhecimentos sobre uma determinada tarefa. À medida que são repetidas frequentemente, ganha-se prática facilitando assim o processo de produção, uma vez que, encontram formas para desempenhar essa tarefa em menos tempo.

Johnson e Lundall (*apud* Pereira e Dathein, 2012) dizem que, o processo de aprendizagem é oriundo de um contexto que abrange os mecanismos de produção e transmissão do conhecimento na economia de aprendizagem, tratando o desenvolvimento de competências e capacitações, por parte dos indivíduos e das organizações, como um processo fundamental na busca da solução de problemas.

Já Sequeira (2008) explica que, a aprendizagem é encarada como um processo de tentativa e erro que leva a uma melhor adaptação do indivíduo, permitindo-lhe ajustar ao mesmo ambiente onde se insere. A aprendizagem não é uma qualidade intrínseca do

organismo, mas necessita ser impulsionada a partir do ambiente.

Existem dois tipos de aprendizagem: a aprendizagem individual que é definida como a melhoria dos resultados, quando as pessoas repetem um processo ganham competência ou eficiência com sua própria experiência, isto é, “a prática leva à perfeição” (Chase, Jacobs e Aquilano, 2006), e a aprendizagem organizacional, que pode-se dizer que é mais do que a soma das partes da aprendizagem individual, embora ela seja a principal fonte. Esta inclui a tecnologia utilizada, a estrutura, como também a forma como as empresas constroem, suplementam e organizam o conhecimento e as rotinas em torno das suas actividades.

A aprendizagem organizacional é um processo que permite o desenvolvimento e a mudança do sistema de valores e de conhecimento, resolução de problemas, e a melhoria das capacidades de acção, permitindo criar um ambiente no qual os seus membros sentem orgulho no trabalho que desenvolvem e procuram melhorar o seu desempenho conjunto (Cardoso, 2000).

É importante ter presente que a aprendizagem organizacional é resultado não só das aprendizagens individuais, mas também das dinâmicas estabelecidas entre os indivíduos nas organizações. O conhecimento movimenta-se nas organizações, sendo trocado, comprado, descoberto, criado e aplicado ao trabalho (Sequeira, 2008).

2.2 Curva de Aprendizagem (CA)

A curva de aprendizagem foi desenvolvida empiricamente por Wright em 1922, através da observação da redução no custo da montagem de aviões, sendo tais dados de custos colectados durante a Primeira Guerra Mundial. Essa redução obedecia a uma taxa constante com a duplicação da quantidade de aviões produzidos, levando Wright a formular uma regra prática para a indústria aeronáutica da época, chamada de “curva de 80%”. Segundo essa regra, a montagem de uma determinada quantidade de aeronaves sofria a redução de 20% no custo médio acumulativo a cada duplicação da quantidade produzida (Wright; Teplitz, *apud* Anzanello, 2004).

Teplitz, *apud* Anzanello (2004 p.31), define CA:

(Learning Curves), “como representações matemáticas do desempenho de um trabalhador quando submetido a uma tarefa manual repetitiva. À medida que repetições são efectuadas, o trabalhador procura menos tempo para execução da tarefa, seja pela familiaridade adquirida junto aos meios de produção, adaptação às ferramentas utilizadas ou pela descoberta de atalhos para realização da mesma”.

Os efeitos de aprendizagem traduzem-se em reduções no tempo de produção unitário, em consequência da repetição das actividades. Se um trabalhador gasta um determinado tempo para executar pela primeira vez, é natural esperar que gaste cada vez menos tempo ao repetir a tarefa. De facto, em muitas situações parece ser razoável contar com uma melhoria em que o processo de execução se torne mais familiar com a repetição (Mortal, 2007).

O desenvolvimento da aprendizagem é a melhor realização do desempenho da produção durante os ciclos subsequentes, devido ao aumento do conhecimento sobre a tarefa que será executada e ao aumento da familiaridade com o local de trabalho. O impacto do desenvolvimento da aprendizagem é percebido quando os processos repetitivos são postos em análise (Lutz, 1994 *apud* Leite, 2002).

Chase, Jacobs e Aquilano (2006) explicam que a teoria da curva de aprendizagem baseia-se em três suposições: a quantidade de tempo necessária para concluir determinada tarefa ou unidade de produto será menor a cada vez que a tarefa for realizada, a unidade de tempo diminuirá em um ritmo constante, a redução do tempo seguirá um padrão previsível.

Existem também as chamadas curvas de experiência que podem ser confundidas com as curvas de aprendizagem. A diferença básica entre as curvas, é que a curva de aprendizagem é focada em custos de “*inputs*” individuais para o processo de fabrico e a curva de experiência são incluídos os custos de todos os elementos de produção, gastos com vendas, publicidade, entre outros. A curva de experiência é mais largo no espaço do que a curva de aprendizagem, visto que, o efeito de experiência abrange mais do que o tempo trabalho. Esta indica que quanto mais frequentemente a tarefa é executada, mais baixo será o custo de produzi-la. A tarefa pode ser a produção de todo o bem ou

serviços, cada vez que o volume duplica os custos adicionados (administração, marketing, distribuição) caem por uma percentagem constante.

Segundo António (1991), o conceito subjacente à curva de experiência é o de que o custo de produção por unidade padronizada baixa de uma forma previsível e regular com o aumento da quantidade produzida.

De início pensava-se que esta ferramenta se aplicava somente aos custos de aprendizagem, que são os custos associados ao componente, mão de obra directa imputada à produção, o que levou à utilização em algumas indústrias (em particular na aeronáutica) de curvas de aprendizagem com a finalidade de estimar os custos unitários dos produtos fabricados (António, 1991).

Em suma, a teoria do efeito de aprendizagem estipula que à medida que se repete uma tarefa, o tempo necessário para a sua realização tende a diminuir isso devido à prática e à familiaridade que se ganha. De uma forma geral, a curva de aprendizagem traduz-se numa representação gráfica do efeito de aprendizagem, onde retrata-se o número de produção e o tempo gasto para produzir um determinado produto.

2.3 Factores que influenciam a curvas de aprendizagem

Existem vários aspectos abordados sobre os factores que afectam a produtividade. É necessário detectar quais os factores que a fazem variar e quantificar tal influência. Muitos desses factores apresentam dificuldade em termos de controlo ou possibilidade de influência (Leite, 2002).

Entre vários factores pode-se destacar: as habilidades dos trabalhadores; o método de trabalho; as ferramentas usadas para o desempenho das tarefas e a melhoria contínua dos métodos de produção. Numa empresa pode haver vários trabalhadores a desempenhar uma determinada tarefa, mas nem todos têm a mesma habilidade para desempenhar esta tarefa da mesma forma, sendo que uns levam mais tempo que outros, fazendo com que a produtividade não seja a mesma. Muitas vezes este facto deve-se à agilidade das pessoas, visto que, umas são mais ágeis que outras.

Mesmo que a empresa estabeleça um método para desempenhar uma determinada

tarefa, cada trabalhador à medida que ganha prática, pode encontrar uma técnica para simplificar o processo, encontrando caminhos mais rápidos e assim passar menos tempo no processo, ou também aumentando assim a sua produtividade. Como por exemplo, numa fábrica de conserva de peixes, os trabalhadores que fazem a limpeza do peixe, tirando a pele e as espinhas, no início podem começar abrindo o peixe ao meio e tirar as espinhas, mas com a prática pode notar que dando dois cortes ao lado das espinhas consegue-se tira-las em menos tempo.

O treino deve ser apropriado pois é evidente que, quanto mais eficaz for o treino, mais rápido é o ritmo de aprendizagem. A aprendizagem é tanto mais rápida se cada tarefa for realizada por sua vez, em vez de serem feitas ao mesmo tempo.

Outro aspecto importante que influencia a produtividade é a motivação dos colaboradores. Naturalmente um colaborador motivado desempenha a sua tarefa com mais concentração, desenvolvendo suas capacidades, ganhando assim mais confiança no seu trabalho.

McGuigan *et al.*, (2004) dizem que à medida que as tarefas vão-se repetindo, os colaboradores e supervisores ganham familiarização com estas, melhorando assim o método de trabalho e o fluxo de produção, o que afecta na curva de aprendizagem. Os custos de matéria prima (MP) por unidade também podem estar sujeitos ao efeito da curva de aprendizagem, na medida em que ocorrem menos desperdícios os trabalhadores tornam-se mais familiarizados com o processo produtivo.

António (1991) explica que, alguns dos factores que causam a curva são: a eficiência da mão de obra, (um aspecto de varia de trabalhador para trabalhador); novos processos de produção, ou melhor, com a introdução de novos processos, o percurso tende a ser mais rápido e eficaz aumentando a produtividade; novas combinações de recursos; estandardização¹ dos produtos; *redesign*² do produto; economias de escala.

¹estandardização em técnica industrial significa unificação de elementos de construção.

Fonte: www.priberam.pt.

²*redesign* significa reestruturar

Para Rodrigues *et al.*, (2000) os principais factores que afectam a curva são as economias de escala, o efeito de aprendizagem, a inovação e a substituição capital/trabalho do seguinte modo:

— A economia de escala — Quando se organiza o processo produtivo de maneira que se alcance a máxima utilização dos factores produtivos envolvidos no processo, procurando como resultado baixos custos de produção e o incremento de bens e serviços. Ela ocorre quando a expansão da capacidade de produção de uma empresa provoca aumento na quantidade total produzida sem um aumento proporcional no custo de produção. Como resultado, o custo médio do produto tende a ser menor com o aumento da produção. As economias de escala referem-se às vantagens que surgem a partir da geração de uma maior produção num determinado momento, enquanto que a curva de aprendizagem refere-se às vantagens resultantes da acumulação de experiência e *know-how*³ (Besanko *et al.*, 2004);

— A inovação e a substituição capital/trabalho — A acumulação de experiência permite, por um lado introduzir modificações no próprio produto, a fim de eliminar os seus elementos supérfluos, ou ainda fabricá-los com componentes mais económicos. Por outro lado, o processo de produção melhora nomeadamente com uma substituição progressiva da mão de obra por meios de produção (Rodrigues *et al.*, 2000). Assim com a substituição da mão de obra pelos meios de produção torna-se mais rápida e mais económico o processo de produção. Como exemplo pode-se mostrar o caso de um computador, antigamente a sua montagem exigia mais de cinco mil peças exemplares. Hoje, devido ao melhoramento introduzido no produto e no processo, graças a experiência acumulada, não são precisas mais de quinhentas peças. E assim reduz-se o tempo de montagem e o custo do produto;

³ *know-how* significa saber fazer.

– O efeito de aprendizagem – Este frequentemente confundido com o efeito de experiência na sua totalidade, traduz acima de tudo a melhoria da produtividade do trabalho. À medida que se repete uma tarefa, o tempo necessário para a sua realização tende a diminuir, baixando assim o seu custo. Com esse efeito, um operário que repete uma operação vê-se a sua destreza e, portanto, a sua rapidez aumenta com o treino, enquanto que paralelamente, toda a organização do trabalho, ao nível das unidades de produção, se adapta cada vez melhor à tarefa em questão (Rodrigues *et al.*, 2000).

Argote e Epple (1990 *apud* Cardoso, 2000) explicam que a CA deve-se a factores como: o *turn-over*⁴ o qual consubstancia-se no seguinte: quando o conhecimento se centraliza em determinadas pessoas, a sua saída da organização pode provocar alterações significativas nos níveis de aprendizagem e mesmo o esquecimento. E a transferência de ganhos de produtividade, que ocorre quando há transferência do conhecimento através de produtos ou organização. Por exemplo, a experiência adquirida com a produção de um produto pode ser transferida para a produção de produtos relacionados.

Outo factor é o esquecimento organizacional - quando a produção é retomada depois de uma interrupção, os custos unitários são muitas vezes maiores do que antes da interrupção ter ocorrido (Stroiecke, 2012).

Contudo o efeito dessa curva muitas vezes não acontece naturalmente e a gestão necessita de provocá-la. Uma das formas será por exemplo, criar meios de motivação dos colaboradores (como prémio de produtividade), disponibilizar ferramentas mais adequadas para o desempenho das suas tarefas, dar formação de modo a ganharem mais conhecimentos sobre determinadas técnicas de produção.

⁴ Neste sentido *turn over* refere-se a transferência de conhecimento.

2.4 Utilização das curvas de aprendizagem

Uma questão importante em relação à CA é, como é, que uma empresa usa essas curvas em seus negócios.

As CA podem ser usadas como uma ajuda nas decisões estratégicas de uma empresa onde ela servirá como ferramenta para a determinação de preços. Compreender o custo também é fundamental para as decisões de fixação de preços. A empresa deve seguir uma estratégia de preços padrão, pois as curvas de aprendizagem mostram que a produção cumulativa no mercado reduz os preços.

Determinar as necessidades de recursos humanos é uma aplicação das curvas de aprendizagem. Como as empresas se tornam mais eficientes podem eliminar postos de trabalho ou optar por movê-los para outras áreas funcionais.

Segundo Drury (2004), a curva de aprendizagem pode ser usada para estimar os custos de mão de obra e os outros custos que variam em proporção directa com os custos de mão de obra. Ela não se aplica aos custos de materiais ou custos não variáveis.⁵

As curvas de aprendizagem estão em toda a parte onde há a melhoria contínua. Os gestores e pesquisadores percebem que com a curva os processos produtivos tendem a melhorar ao longo do tempo (Leite, 2002).

Uma empresa que analisa a curva de aprendizagem estará em forte domínio sobre a concorrência, devido ao facto das empresas com mais experiência terem condições de estabelecer lideranças significantes e sustentáveis sobre as outras. Mas para que essa liderança persista é preciso que as empresas que estão atrás sejam incapazes de superá-las, por meio de limitação de métodos dos líderes, de compra de maquinaria nova e mais eficiente.

⁵Ver DRURY *Management and cost accounting* 2004, sixth edition

Caso essas empresas tiverem condições para superar as outras empresas, as que estavam em frente ficam em desvantagem devido ao facto de serem os primeiros a suportar a despesa de pesquisa, experimentação e introdução de novos métodos e equipamentos.

Drury (2004) explica que, a curva de aprendizagem pode ser utilizada para a determinação dos preços, a programação do trabalho e no ajuste padrão como se segue:

— Determinação dos preços — O principal impacto da curva de aprendizagem é provável que seja na prestação de melhores previsões dos custos, de modo a permitir melhores cotações de preços, e assim, estar preparado para potenciais encomendas. Com a curva de aprendizagem pode-se determinar os preços de venda (PV) tornando uma negociação muito mais fácil, visto que sabe-se a capacidade dos colaboradores perante uma certa quantidade a produzir num determinado tempo específico;

— Programação do trabalho — As curvas de aprendizagem permitem aos gestores de produção prever seus produtos necessários de forma mais eficaz, e isso permite-lhes produzir prazos de entrega mais precisos. O que acaba por melhorar relacionamento com o cliente e, eventualmente resultar em aumento de vendas futuras;

— Ajuste padrão — Se os orçamentos e as normas são definidas sem considerar o efeito de aprendizagem, as variações insignificantes são susceptíveis de ocorrer. Por exemplo, se o efeito de aprendizagem é ignorado, as normas de trabalho serão definidas de forma inadequada, mas se a gerência criar um clima onde a aprendizagem é estimulada, a eficiência é mais provável de ocorrer.

2.5 Modelos de curva de aprendizagem

A aplicação de curvas de aprendizagem no acompanhamento e avaliação do desempenho de trabalhadores ocasionou o desenvolvimento de modelos. Esses modelos são constituídos por funções matemáticas de complexidades diversas, possibilitando a descrição do processo de experiência em diversos sectores. Entre CA's mais difundidas, merecem destaque os modelos potenciais, exponenciais e hiperbólicos, apresentados na

sequência (Anzanello & Fogliatto, 2007).

2.5.1 Modelo Potencial (Modelo de Wright)

Este modelo é conhecido como modelo potencial dado ao seu pioneirismo, pois é, o modelo desenvolvido por Wright cujo nome deriva do próprio criador.

O modelo de Wright é a função matemática de aprendizagem mais conhecida na literatura, devido a sua simplicidade e eficiência na representação de dados empíricos (Anzanello, 2004).

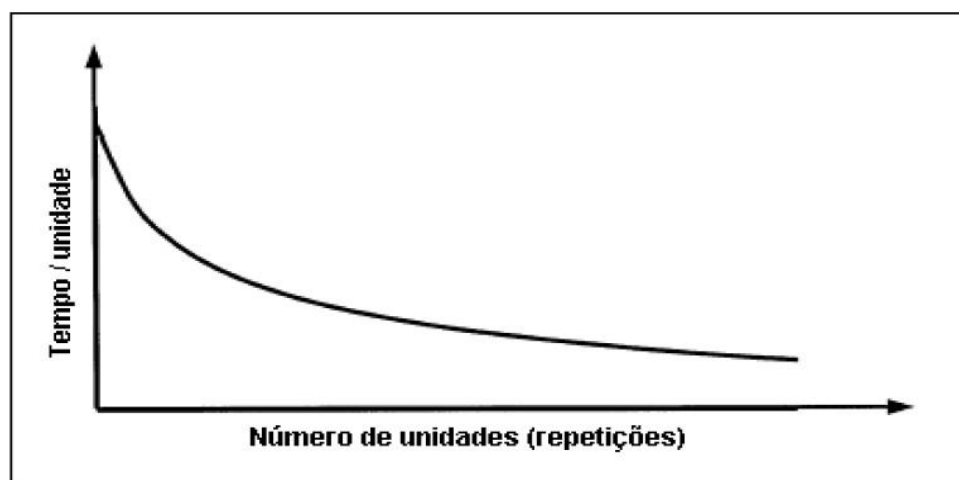
Em projectos sujeitos aos efeitos de aprendizagem os tempos gastos na produção de sucessivas unidades podem ser representados por uma função traduzida pela equação (Mortal, 2007):

$$Y=A. X^{-\beta}$$

Em que, A é o tempo para produzir a primeira unidade, X o número de unidades a produzir β relação estabelecida da inclinação da curva e tem aqui o significado económico de taxa de aprendizagem ($-1 \leq \beta \leq 0$) e Y o tempo médio gasto na produção de X unidades.

A função é representada no gráfico 1 que se segue.

Gráfico 1: Gráfico de curva de aprendizagem segundo o modelo de Wright



Fonte: Adaptado de Mortal (2007).

Quanto mais próximo estiver o β da unidade negativa maior será o elevado percentual de aprendizagem e assimilação rápida dos preceitos da tarefa. Os parâmetros A e β utilizados na equação podem ser obtidos através de informações já colectados do processo.

O aumento da produtividade, ganho devido ao efeito aprendizagem, é uma função da taxa de aprendizagem, S, apresentada na equação:

$$S = 2^{-n}$$

Todavia, como os cálculos relativos a exponenciais podem não ser fáceis de efectuar, pode-se primeiro transformar esta função exponencial numa função linear e resolvê-la como tal, usando logaritmos (Mortal, 2007).

Assim recorrendo ao logaritmo a função fica da seguinte forma:

$$\text{Log } Y = \log A - \beta \log X$$

As relações de Wright encontram-se compiladas em tabelas baseadas no percentual de aprendizagem, permitindo a obtenção dos resultados de maneira directa. (ver anexo II e III)

Com a intenção de simplificar a utilização das curvas de aprendizagem, Wright propôs gráficos em escala logarítmica fazendo com que as curvas passassem a ser representadas por rectas e a previsão de valores futuros pudessem ser retratados directamente dos gráficos (Wright e Teplitz, *apud* Anzanello, 2004).

Mortal (2007) explica este modelo dando um exemplo, onde Y representa o tempo médio para a produção de X unidades e Y' o tempo médio para a produção de duas vezes.

Sendo Y = 200 horas e Y' = 185 horas a percentagem da curva será:

$$Y'/Y = 185/200 = 0.925 = 92,5\%$$

Diz-se então que, neste caso, a repetição da tarefa segue uma curva de aprendizagem de 92,5%. O que significa que cada vez que dobra a produção tem um benefício de 7,5% (100% - 92,5%).

Portanto se a actividade seguir uma curva de aprendizagem de 92,5% e exigir 200 horas para a primeira unidade, o tempo médio para duas unidades será de 185 horas (92,5% de 200) e o tempo médio para quatro unidades (o dobro das duas) será de 171,12 horas (92,5% de 185).

Deste modo, uma vez estabelecida a percentagem da curva, temos a vantagem de conhecer a relação entre os tempos gastos para um dado nível de produção e dobro dessa produção, conforme o quadro 1:

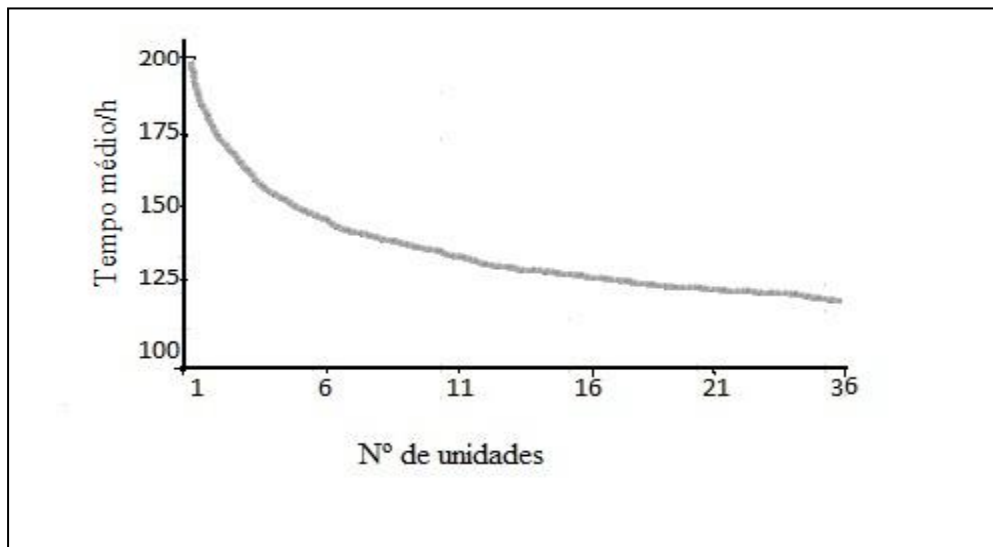
Quadro 1: Relação entre a produção e o dobro da produção

X Número de unidades a produzir	Y Tempo médio para produzir X unidades	X*Y Tempo total para produzir X unidades
1	200	200
2	185	370
4	171,1	684,5
8	158,3	1266,4
16	146,4	2342,4

Fonte: Mortal (2007)

Com uma curva a 92,5%, quando a primeira unidade requer 200 horas, o gráfico da situação pode apresentar-se como se segue:

Gráfico 2: Relação entre a produção e o dobro da produção



Fonte: Adaptado de Mortal (2007)

Note-se que a média de tempo por unidade declina rapidamente para as primeiras unidades, mas o declínio é cada vez mais lento até que se chega a um ponto do qual perde significado. A partir desse ponto a eficiência torna-se praticamente fixa. Note-se também que o tempo médio da produção acumulada é de 171,1 horas para quatro unidades e de 146,4 horas para 16 unidades. Para obter o número total de horas multiplica-se o tempo médio pelo número de unidades: 684,4 unidades de 2.342,4 horas para 16 unidades.

Para encontrar o valor de β vamos supor que são necessárias 200 horas de trabalho de uma determinada equipa para executar uma tarefa pela primeira vez, mas se logo de seguida a tarefa for repetida pela mesma equipa apenas serão necessárias 170 horas.

Neste caso ter-se-á:

$$Y = (200 + 170) / 2 = 185 \text{ horas}$$

$$A = 200 \quad \text{e} \quad X = 2$$

De onde se obtém a seguinte expressão, substituindo na equação Y por 185, A por 200 e X por 2 - $185 = 200 * 2^{-\beta}$ - resolvendo a equação em ordem a β (usando logaritmos) encontramos o valor 0,1125.

Neste caso a expressão mais geral será: $Y = 200 X^{-0,1125}$

O modelo potencial por ser o mais simples entre as curvas de aprendizagem, ele tem sido analisado por alguns autores encontrando assim algumas limitações e adaptações para situações específicas definindo assim outros modelos da curva de aprendizagem de natureza potencial. Como por exemplo, o modelo “Plateau”, o modelo Stanford-B, o modelo cúbico, o modelo De Jong e a Curva “S” descritas abaixo.

2.5.1.1 Modelo “Plateau”

Hurley (1996 *apud* Anzanello, 2004) alega que o modelo proposto por Wright, quando utilizado em ciclos longos de produção, resulta em previsões de tempo para execução da tarefa próxima a zero, o que não se verifica na prática. Assim surge o modelo “Plateau” que segundo Anzanello (2004) foi desenvolvido para monitorar o desempenho do trabalhador quando o volume de produção é elevado. Nessa condição o processo aprendizagem pode ser dividido em duas etapas: (i) etapa de aprendizagem efectiva; (ii) etapa onde o trabalhador atinge um estado estacionário de desempenho (plateau).

O modelo consiste na inclusão de uma constante aditiva no modelo proposto por Wright. O desempenho assume o valor dessa constante quando o número de repetições for elevado, ou seja, o estado estacionário é atingido, contornando a inconsistência do modelo de Wright que prevê valores de tempo por unidades próximas a zero nessa situação. A constante é estimada através da análise de tempo padrão para execução da tarefa (Yelle,1979; Teplitz,1991 *apud* Anzanello,2004)

Este modelo é representado pela seguinte equação:

$$Y = A + C X^{-\beta}$$

Em que, A é o tempo para produzir a primeira unidade, X - o número de unidades a produzir, β - relação estabelecida da inclinação da curva e tem aqui o significado económico de taxa de aprendizagem ($-1 \leq \beta \leq 0$), Y -o tempo médio gasto na produção de X unidades e o C é o desempenho do trabalhador.

2.5.1.2 Modelo Stanford-B

Globerson, Levin e Shtub, (1989 *apud* Anzanello, 2004) dizem que o modelo de Wright não faz referência à experiência anterior do trabalhador em uma operação, factor que determina um rendimento superior deste trabalhador em relação a outro que nunca executou a mesma operação.

O modelo de Stanford-B foi desenvolvido para preencher essa lacuna. Modelo esse que assume que o modelo de Wright é a situação normal, dado que os operários não têm nenhuma experiência adquirida. Portanto convém introduzir a experiência anterior do trabalhador, tendo em conta que terá um rendimento superior.

O modelo Stanford-B é uma modificação do modelo Wright para considerar o ganho de experiência. Esta experiência resulta em ganho de produtividade que será cada vez menor durante a fase de aprendizagem. Depois disso, a taxa de aprendizagem diminuirá, resultando numa diminuição global da produtividade (Thomas *et al.*, 1986 *apud* Leite, 2002).

A experiência prévia é quantificada pelo parâmetro B, apresentado na equação a seguir.

$$Y = A (X + B)^{-\beta}$$

Em que, A tempo para produzir a primeira unidade, X o número de unidades a produzir, β estabelece a inclinação da curva e tem o significado económico de taxa de aprendizagem ($-1 \leq \beta \leq 0$), Y o tempo médio gasto na produção de x unidades, B experiência adquirida anteriormente.

Segundo Leite, (2002), uma equipa sem experiência anterior terá um factor B igual a zero, enquanto uma equipa experiente pode ter um factor de experiência igual ou maior do que quatro, por exemplo.

2.5.1.3 Modelo Cúbico

De acordo com Thomas *et al.* (*apud* Leite, 2002), o modelo cúbico assume que a taxa de aprendizagem não é uma variável constante, devido a combinação entre a prévia experiência e o nível da produtividade em actividades que se aproximam da sua conclusão.

O modelo cúbico é representado pela seguinte expressão:

$$\log Y = \log A - N (\log X) + C (\log X)^2 + D (\log X)^3$$

Em que, Y representa o tempo médio gasto na produção de X unidades, A - o tempo para produzir a primeira unidade, N - o parâmetro logarítmico inicial para a primeira unidade, X - número de unidades a produzir, C - o factor quadrático e D - o factor cúbico.

Os factores C e D são desconhecidos. Porém, os valores desses factores podem ser determinados como se segue.

$$\text{Log } Y_{sp} = \log A - n (\log X_{sp}) + C (\log X_{sp})^2 + D (\log X_{sp})^3$$

Uma segunda incógnita da equação passa a ser determinada. Thomas (1986 *apud* Leite, 2002) definiu este ponto como a quantidade padrão representada por X_{sp}. O parâmetro logarítmico, n_{sp}, deve ser conhecido neste momento também. Então, a equação anterior passa a ser expressa em termos da quantidade padrão como apresenta a equação a seguir:

Onde X_{sp} é o ponto da quantidade padrão, um número padrão para unidades produzidas, 100 ou 1000, por exemplo, Y_{sp} é o custo unitário ou acumulado no ponto da quantidade padrão, um valor conhecido, e n_{sp} é o parâmetro logarítmico no ponto da quantidade padrão, também um valor conhecido. O parâmetro logarítmico, n_{sp}, pode ser expresso como a derivada da equação, como é mostrado na equação:

$$dy / dx_{sp} = n_{sp} = n + 2 C (\log X_{sp}) + 3 D (\log X_{sp})^2$$

2.5.1.4 Modelo de De Jong

O modelo De Jong permite descrever processos onde tarefas manuais são alternadas com operações realizadas por máquinas. A principal característica destes processos é o baixo potencial de diminuição do tempo necessário para a execução da tarefa, visto que somente os procedimentos manuais são passíveis de redução de tempo (Anzanello, 2004).

Segundo esse autor os procedimentos realizados pelas máquinas são representados pelo parâmetro M (factor de compreensibilidade) compreendido entre 0 e 1. O valor M é dado pela proporção do tempo da tarefa constituído de procedimentos automatizados. Quando M assume o valor zero, não existe participação de máquinas no processo e o modelo reduz-se a tradicional equação de Wright. No caso de M igual a 1, o processo é integralmente controlado por máquinas (Daburi, 1992 *apud* Anzanello 2004).

$$Y = A [M + (1-M) X^{-\beta}]$$

Onde, A representa o tempo para produzir a primeira unidade, X o número de unidades a produzir, β estabelece a inclinação da curva e tem aqui o significado económico de taxa de aprendizagem ($-1 \leq \beta \leq 0$), Y o tempo médio gasto na produção de x unidades e M o factor de incompreensibilidade ($0 < M < 1$)

2.5.1.5 Curva “S”

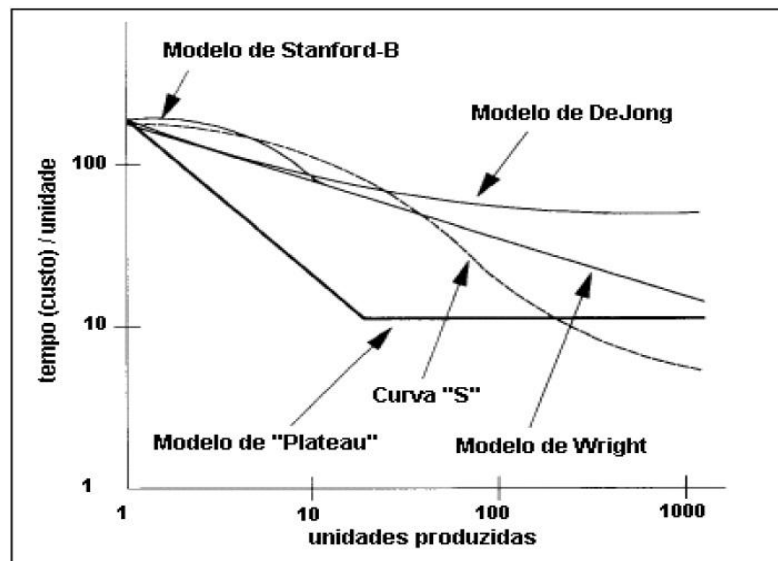
O modelo de curva de aprendizagem “S” foi desenvolvido para monitorar o desempenho dos trabalhadores nas primeiras unidades de uma corrida de produção com maior precisão. A curva “S” assume um nível de aprendizagem mais lento e gradual nas primeiras unidades (1ª etapa do aprendizagem) decorrente de um processo de adequação dos trabalhadores as novas ferramentas e procedimentos. A 2ª etapa do processo representa o período de aprendizagem efectivo, onde se verifica aprimoramento na execução da tarefa. Na 3ª etapa ocorre a estabilização do desempenho, onde a aprendizagem está consolidada (Teplitz, 1991 *apud* Anzanello, 2004).

Esta curva foi resultado da junção dos dois modelos De Jong e Stanford-B, em que os parâmetros assumem o mesmo significado dos modelos em que foi baseada.

$$Y = A [M + (1-M) (X + B)^{-\beta}]$$

O gráfico 3 apresenta uma comparação dos modelos de curva de aprendizagem de natureza potencial.

Gráfico 3: Gráfico de comparação dos modelos de curva de aprendizagem de natureza potencial em escala logarítmica



Fonte: Anzanello (2004).

2.5.2 Modelos Exponenciais

Segundo a Organização Nações Unidas (ONU) (*apud* Leite, 2002), o Instituto de Pesquisa de Construção Norueguês desenvolveu um modelo exponencial para a curva de aprendizagem. Este modelo está baseado na regra que parte do custo, homem/hora ou tempo por unidade, que pode ser diminuído pelo efeito aprendizagem, será reduzido pela metade depois de um número constante de repetições.

Curvas de aprendizagem de natureza exponencial são constituídas por parâmetros diferenciados, quando comparados aos modelos potenciais. Tais parâmetros permitem extrair maior quantidade de informação a respeito do processo de aprendizagem do trabalhador, gerando previsões de produção mais precisas que as fornecidas pelas curvas potenciais (Nembhard; Uzumeri, 2000 *apud* Anzanello e Fogliatto, 2007).

Anzanello e Fogliatto (2007) dizem que, entre os modelos exponenciais mais difundidos, merecem destaque: o exponencial de três parâmetros, o exponencial de dois parâmetros e o de tempo constante.

O modelo exponencial de três parâmetros é dado por:

$$Y = K (1 - e^{-(x+p)/r})$$

Em que, Y representa o desempenho do trabalhador na execução de determinada tarefa, expresso em unidades produzidas após x unidades de tempo de operação ($y \geq 0$), X - o tempo de operação na tarefa, expresso em unidades de tempo ($x \geq 0$), K - o nível máximo de desempenho a ser atingido quando a aquisição de conhecimento for integral, expresso em número de unidades produzidas por tempo de operação ($k \geq 0$), p - designa-se a experiência prévia do trabalhador na execução da tarefa em questão, expresso em unidades de tempo ($p \geq 0$), e r - a taxa de aprendizagem do trabalhador, expressa em unidades de tempo ($r \geq 0$).

O modelo exponencial de dois parâmetros difere do anterior por não apresentar o parâmetro p (experiência prévia), além de resultar em aderências menos eficientes se comparado ao modelo de três parâmetros (Mazur; Hastie, 1978 *apud* Anzanello e Fogliatto, 2007).

Pois é representado da seguinte forma:

$$Y = K (1 - e^{-x/r})$$

Em que, Y é o desempenho do trabalhador na execução de determinada tarefa, expresso em unidades produzidas após X unidades de tempo de operação ($y \geq 0$), X - o tempo de operação na tarefa, expresso em unidades de tempo ($x \geq 0$), k - nível máximo de desempenho a ser atingido quando a aquisição de conhecimento for integral, expresso em número de unidades produzidas por tempo de operação ($k \geq 0$), r - a taxa de aprendizagem do trabalhador, expressa em unidades de tempo ($r \geq 0$).

O modelo de tempo constante baseia-se em uma estrutura semelhante à curva

exponencial de três parâmetros, sendo dado por:

$$Y = Y_c + Y_f(1 - e^{-t/t})$$

Em que, Y_c é o desempenho inicial do trabalhador (unidades/tempo) e Y_f o desempenho máximo quando o trabalhador atingir o estado estacionário de aprendizagem, também expresso em unidades por tempo.

O modelo utiliza o tempo acumulado de operação (t) como variável independente, sendo seu significado idêntico ao número de unidades produzidas (x) adoptado pelos demais modelos de curvas. Essa adaptação possibilita a determinação simplificada do tempo procurado para a obtenção de determinado patamar de desempenho (Anzanello e Fogliatto, 2007).

2.5.3 Modelos Hiperbólicos

Segundo Stroiecke (2012), o modelo de curva de aprendizagem hiperbólica foi introduzido por Mazur e Hastie.

Mazur e Hastie (*apud* Anzanello e Fogliatto, 2007) propuseram uma formulação de curva de aprendizagem, baseada na razão das unidades consideradas conforme o número total de unidades produzidas.

Assim surge o modelo hiperbólico de 2 parâmetros é representada por:

$$Y = K [X / (X + R)]$$

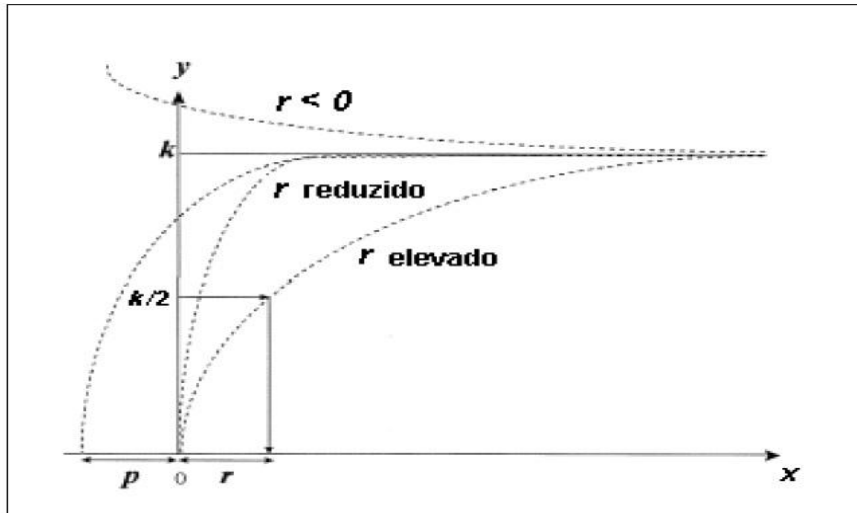
Em que, Y - representa o número de unidades produzidas em um dado intervalo de tempo, X - intervalo de tempo considerado, R - parâmetro de aprendizagem, K - nível máximo de aprendizagem

Com a introdução do parâmetro P , que adiciona a experiência prévia do trabalhador na execução da tarefa, gera o modelo hiperbólico de três parâmetros, apresentados na equação (Anzanello e Fogliatto, 2007; Stroiecke, 2012).

$$Y = K [(X+P) / (X+P+R)]$$

O gráfico 4 apresenta as curvas de aprendizagem feitas a partir do modelo hiperbólico.

Gráfico 4: Modelos Hiperbólicos



Fonte: Anzanello, (2004).

2.6 Aplicação das curvas de aprendizagem

Segundo Stroeke, 2012, a análise dos custos foi o factor gerador do estudo sobre as curvas de aprendizagem.

O primeiro modelo de curva de aprendizagem criado por Wright em 1936 mostrava a redução nos custos de produção em uma planta de montagem de aviões na Primeira Guerra Mundial. O autor observou que com cada duplicação na produção o custo caía 20% (Anzanello e Fogliatto, 2007).

A CA é utilizada na análise dos custos em diversas áreas de Engenharia. Um exemplo nessa área mais precisamente em Engenharia Civil é o contributo de Leite (2002), que utiliza as curvas de aprendizagem para desenvolver um modelo para determinar os tempos gastos para execução de serviços em sector de construção civil. Essa metodologia apresenta que é possível uma melhor determinação dos preços dos serviços e o prazo de execução, sabendo previamente de sua produtividade através dos índices de diminuição de tempos gerados.

Anzanello e Fogliatto (2005) propuseram um método para atribuição tarefas a trabalhadores, que foi aplicado em uma indústria de calçados. Inicialmente os produtos foram organizados em grupos de família, de acordo com a similaridade de procura relativamente à operação de costura. Esses produtos foram manufacturados por três grupos de trabalhadores, onde o modelo que mais adequou aos dados de aprendizagem colectados foi o hiperbólico. Os parâmetros dos modelos obtidos foram analisados através de dois métodos distintos: a integração das curvas de aprendizagem e a análise isolada do parâmetro r , permitindo assim apontar a equipa mais habilitada a execução de operações de acordo com a duração da corrida de produção.

Os autores chegaram à conclusão que a regressão mostrou-se adequada para a atribuição de produtos a equipas em corridas de produção de curta duração. Enquanto que a integração mostrou-se mais poderosa que a regressão para fins de distribuição podendo ser utilizada em corridas de durações distintas mediante a comparação das áreas geradas pelas curvas de aprendizagem.

Em Anzanello e Fogliatto (2007), o trabalho foi estendido de tal forma que o processo de atribuição de tarefas para trabalhadores em uma linha de montagem com diferentes tipos de *Setups* foi investigado. Os dados de desempenho foram colectados e a atribuição de actividades foi realizado através de dois modelos analíticos: um para as corridas de produção de curta duração e outra para corridas de longa duração.

Stroieke (2012) apresentou proposições para a criação de agrupamentos homogêneos de colaboradores através de suas CA's e utilizando técnicas de análise multivariado.⁶ Teve como objectivo o desenvolvimento de metodologias de formação de agrupamentos de colaboradores, utilizando as curvas de aprendizagem específicas para cada colaborador. Nesta sequencia foram formados dois grupos: o primeiro formado por colaboradores com rápido nível de aprendizagem e patamar inferior de desempenho, enquanto que o segundo consiste em colaboradores com uma taxa de aprendizagem menor, porém detentores de um patamar de desempenho mais no longo prazo.

⁶ Trata-se de um conjunto de medidas que permitem a análise simultânea de medidas múltiplas para cada objecto em análise.

Stroieke (2012) evidencia que Young II *et al.* (2008) desenvolveram uma metodologia que agrupava perfis de aprendizagem utilizando matrizes. Este modelo foi aplicado na previsão de custos em uma indústria de motores onde apresentava resultados muito mais precisos do que os métodos anteriormente disponíveis, que utilizavam a média ponderada das taxas individuais de aprendizagem.

A CA pode ser aplicada pelos gestores a fim de otimizar a sua produção e gerir melhor as suas decisões. Argote e Epple (1990 *apud* Stroieke, 2012) explicam que entender os factores que afectam a aprendizagem organizacional permite que os gestores aumentem o desempenho das organizações em diferentes áreas.

Os autores que utilizaram a curva de aprendizagem para aperfeiçoar a produção geralmente aplicaram suas metodologias em estudos reais. Como o caso de Plaza *et al.* (2010 *apud* Stroieke, 2012), que mostraram como a teoria de curvas de aprendizagem pode melhorar a gestão de projectos de implementação de projectos ERP (*Enterprise Resouce Planning*).⁷

Bashir *et al.* (2011) aplicaram a ferramenta da curva de aprendizagem no ponto de vista da gestão. Segundo esses autores, a repetição da tarefa é provável tornar as pessoas mais confiantes e bem informadas e, eventualmente resultar em uma mais eficiente e rápida operação. Para fazer essa análise foram analisados dados reais de uma fábrica de vestuário e assim estimar uma equação de curva de aprendizagem pela regressão custo médio contra saída.

O resultado do estudo mostra que, aumentando o nível de produção da empresa, o seu custo médio tende a ser menor. O que significa que empresa está ganhando experiência com os erros do passado e tendo sucesso em diminuir o custo médio com o nível de saída. Então, se os gestores focarem neste aspecto, em seguida, ele irá ajudá-los a reduzir o custo médio.

⁷ Sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema. Fonte: <http://pt.wikipedia.org>

Fioretty (2009) fez um estudo, onde diz que as curvas de aprendizagem podem surgir de problemas de rotatividade, ou de problemas de sequência, ou uma combinação de ambos. No trabalho as curvas de aprendizagem derivadas de problemas de rotatividade são investigados por meio de simulações numéricas, enquanto que algumas propriedades das curvas de aprendizagem derivadas de problemas de sequência são analisados por meio de um modelo computacional.

Segundo Stroeke (2012), alguns gestores de produção deixam de utilizar dados de curva de aprendizagem no planejamento de produção, muitas vezes os dados de aprendizagem individual apresentam grande variabilidade. Diz ainda esse mesmo autor, que quem estudou esse tipo de problema foram Smunt e Watts (2003) onde concluíram que aplicando métodos de agregação simples seria possível melhorar a posição da taxa de aprendizagem.

Outro contributo foi o estudo feito por Nunes *et al*, (2007) com o objectivo de determinar a influência da curva de aprendizagem sobre o índice de sucesso e a incidência de complicações associadas à realização tanto quanto procedimentos diagnósticos assim como terapêuticos pela via radial. Concluíram que a técnica transradial⁸ quando está associado a uma curva de aprendizagem significativa pode ser utilizada como via de acesso preferencial para a realização de procedimentos coronários percutâneos, tanto diagnósticos como terapêuticos.

Bom Gosto (2013) explicou a CA no processo de internacionalização, destacando que, no universo empresarial português, maioritariamente as PME's detêm de forma significativa os activos que criam vantagem comparativa no processo de internacionalização, tendo no entanto a necessidade de se internacionalizar.

Assim uma das respostas encontradas pelas empresas portuguesas tem sido, a longa curva de aprendizagem ligada ao processo de consolidação da presença empresarial nesses mercados, face a sofisticação das economias, a competição global e a importância da cultura dos diferentes países.

⁸ Ver o artigo NUNES *et al*, Influência da curva de aprendizagem no sucesso e na ocorrência de complicações associadas aos procedimentos pela via radial. Porto Alegre, 2007.

3 CAPÍTULO 3 – ESTUDO DE CASO

Análise da curva de aprendizagem numa empresa industrial – FRESCOMAR

Este capítulo dedica-se ao estudo de caso definido para este trabalho. A metodologia proposta no capítulo 1 foi aplicada a uma empresa de conserva de peixe a FRESCOMAR, SARL, que é uma empresa que pertence ao grupo – UBAGO GROUP - empresa espanhola.⁹

O processo de fabricação é composto por actividades manuais com procedimentos automatizados. Mas neste estudo será analisado apenas duas áreas onde as actividades são feitas manualmente.

3.1 Apresentação da empresa

3.1.1 Identificação

Designação: FRESCOMAR, SARL

Sede: Zona Industrial do Lazareto, São Vicente

Forma jurídica: Sociedade Anónima de Responsabilidade Limitada

Início de Actividade: 2008

Identificação Fiscal: 200489470

3.1.2 Localização

As instalações da empresa, que incluem escritório, fábrica e armazém situam-se na Zona Industrial do Lazareto, na ilha de São Vicente.

3.1.3 Missão e princípios

3.1.3.1 Missão

A missão da empresa é oferecer soluções alimentícias ao consumidor respeitando a filosofia da máxima qualidade ao melhor preço possível, com 100% de garantias sanitárias e dentro da legalidade.

⁹consulte o site: ubagogroup.com

3.1.3.2 Princípios

- Segurança alimentar 100%;
- Melhor opção relação qualidade/preço/apresentação do mercado;
- Legalidade 100%;
- Garantia de fornecimento;
- Gerar valores para todos.

3.1.4 Descrição do processo produtivo

O processo produtivo da FRESCOMAR começa pela recepção de matéria-prima (MP), que neste caso são os diferentes tipos de pescados de origem nacional e internacional.

De seguida esses pescados são conservados, os congelados vão para a uma temperatura de menos 20 graus e os nacionais que chegam frescos se forem os seguintes a dar entrada no processo ficam a uma temperatura de forma a mante-los frescos.

Assim de acordo com o peixe pedido para o processo, este sai da câmara frigorífica onde estava conservado passa para a descongelação onde é arrumado conforme o tamanho do peixe. Depois vai para as balsinas, onde é cozinhado de acordo com a temperatura necessária para cada tipo de peixe, pois conforme o grau, assim o tempo de cozedura. Quando o peixe estiver cozido, este é resfriado na torneira de resfriamento.

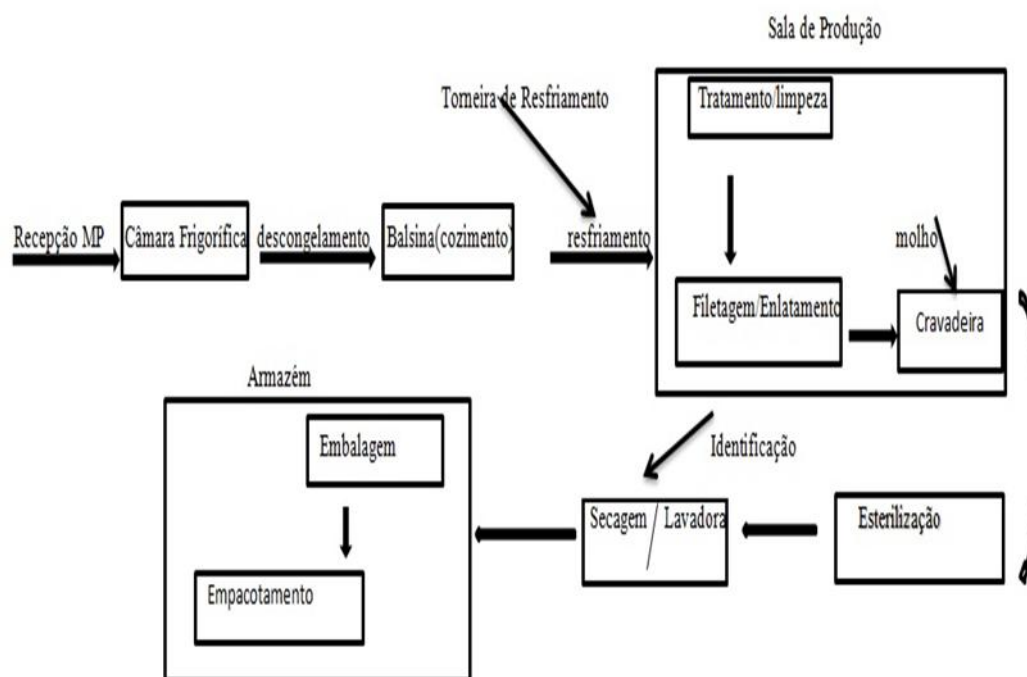
De seguida segue-se para a sala de produção onde o peixe é filetado e enlatado. Nesta sala o peixe é expurgado as espinhas e a pele, e seguidamente cortado e colocada na lata que segue para a cravadeira a fim de ser cravada. Cada cravadeira contém um tipo de molho para cada tipo de peixe, logo cada tipo de peixe vai para uma cravadeira específica. As latas para serem cravadas passam para um teste a fim de analisarem se estão todas em condições de utilização, como por exemplo, se tem buracos.

Depois do peixe ser enlatado, este vai para a sala de esterilização para matar os micróbios que podem estar no produto. A esterilização dá-se de acordo com o tamanho da lata, as pequenas duram 46 minutos e as grandes duas horas, pois tem de se controlar a temperatura e a pressão para cada tipo de lata. Existem também as máquinas para detectar se existe metal ou vidro no produto, de modo que se possa ter um produto fiável.

A seguir da esterilização vai para a lavadora, e logo a secagem. Nesta área do processo o produto vem logo com a sua identificação. Essa identificação é composta pelo artigo, lote e validade. Depois da identificação o produto é embalado e empacotado no armazém de acordo com a marca, visto que a empresa produz para a sua marca e outras marcas internacionais até a saída para o destino.

Resumidamente o processo produtivo consubstancia-se no seguinte:

Figura 1: Processo Produtivo da Empresa



Fonte: Elaboração própria

3.2 Escolha do modelo para aplicação

Segundo Thomas *et al.* (1986 *apud* Leite 2002), os principais problemas dos modelos das curvas de aprendizagem são: determinar o melhor modelo, entender os factores que afectam a taxa de aprendizagem, calcular os parâmetros do modelo da curva de aprendizagem e quantificar o efeito de baixos desempenhos.

Segundo Leite (2002), dados de sessenta e cinco actividades foram usados para desenvolver os vários modelos de curva de aprendizagem. O modelo exponencial, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa de Construção Norueguês, era insatisfatório na maioria dos casos. Para os dados acumulados comuns, o modelo linear foi comparado ao modelo cúbico.

Leite (2002) diz que o modelo cúbico é o que tem a melhor capacidade de representar variações causadas pelo efeito de aprendizagem inicial e pelo nivelamento da produtividade ao final das tarefas. No entanto este modelo requer a determinação dos factores C e D da equação, o que dificulta o cálculo antes que o trabalho tenha começado.

Segundo Farghal e Everett (1997 *apud* Leite 2002), o modelo linear prevê a melhor correlação entre desempenhos actuais e passados para os modelos e actividades testados. Além disso, é o modelo mais usado na maioria dos artigos publicados. E é modelo da aprendizagem mais original primeiramente descrito nos anos trinta.

Portanto neste trabalho será utilizado o modelo linear por ser o mais conhecido na literatura, devido a sua simplicidade e eficiência na representação dos dados.

Este modelo proposto pode ser aplicado em processos de natureza distinta, sendo relevantes as características das operações envolvidas.

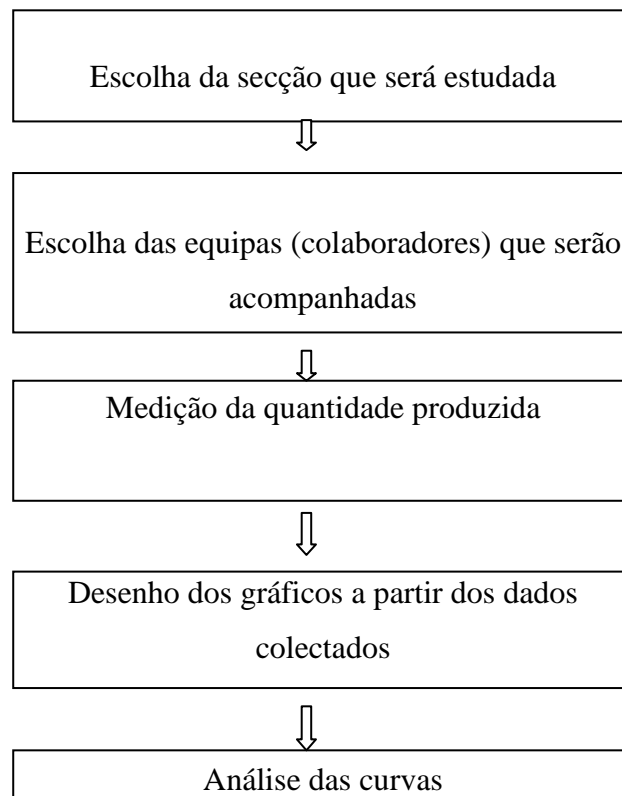
Neste caso será aplicado o modelo potencial também porque os dados a serem analisados não tem interferência de máquinas, e nem será levado em consideração a experiência prévia dos colaboradores.

3.3 Apresentação do modelo

Para a colecta e apresentação dos dados para as curvas de aprendizagem será necessário apresentar um modelo onde estarão as etapas a serem seguidas.

O diagrama a seguir mostra as etapas a serem seguidas.

Figura 2: Diagrama para modelo proposto



Fonte: Elaboração própria

3.3.1 Escolha da secção a ser estudada

A decisão de qual secção será estudada é de fundamental importância para todo o processo. O ganho a partir do crescimento de produtividade pressupõe a repetitividade da tarefa, onde a ocorrência do efeito de aprendizagem seja possível. A CA é aplicada a tarefas repetitivas, consequentemente a secção a ser estudada será uma secção onde as tarefas são repetidas.

3.3.2 Escolha das equipas (colaboradores) que serão acompanhadas

Os colaboradores a serem acompanhados serão os da secção escolhida. Esses colaboradores podem ou não ter muito tempo de trabalho na empresa. Mas prefere-se colaboradores que não estejam sempre em rotatividade com as tarefas sob pena de mudarem o perfil do desempenho da equipa durante a análise.

3.3.3 Medição da quantidade produzida

Nessa etapa começa-se a medir, na prática, as quantidades produzidas pelos colaboradores. Diariamente a ficha de acompanhamento do pessoal deve ser preenchida conforme o modelo da ficha que é apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Ficha de acompanhamento dos colaboradores

(1) Equipa	
(2) Código	
(3) Unidade de medida	
(4) Hora inicial	
(5) Hora final	
(6) Produtividade	
(7) Data	

Fonte: Elaboração própria

Legenda:

- (1) Nome da equipa: F – Filetagem, E - Enlatamento;
- (2) Código do colaborador, pois cada colaborador é identificado por um código;
- (3) Para a filetagem a unidade de medida é por quilograma (kg) e enlatamento a sua medição também é feita por kg embora cada lata contém gramas de peixe.
- (4) Hora inicial para a produção do dia;
- (5) Hora de finalização;
- (6) Quantidade produzida durante o dia de trabalho.
- (7) Data da execução da tarefa

A partir desta ficha de acompanhamento ter-se-á informações para o desenho e análise dos gráficos.

3.3.4 Desenho e análise dos gráficos a partir dos dados colectados

Após a obtenção dos dados, com o preenchimento das fichas de cada colaborador analisado, inicia-se a fase de organização dos dados que irão dar origem às curvas de aprendizagem. Para o resumo dos dados obtidos nas observações será utilizado a ficha

resumo da produtividade representada no quadro 3.

Quadro 3: Ficha de resumo da produtividade por semana

Equipa:						
Semana:						
Código	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Média
Média						

Fonte: Elaboração própria

A partir dos quadros resumos da produtividade por semana, será elaborado os gráficos para a análise das curvas de aprendizagem.

3.4 Aplicação do modelo apresentado

3.4.1 Escolha da secção a ser estudada

Embora existem demais secções onde as tarefas são repetidas opta-se por escolher a secção de filetagem/enlatamento, por ser a que apresenta mais repetições e onde os colaboradores são gratificados pela sua produtividade, tendo assim mais motivação para a execução da tarefa.

3.4.2 Escolha das equipas (colaboradores) que serão acompanhadas

A escolha dos colaboradores para as equipas foi feita de forma aleatória. Embora tem de ser alguns da equipa de filetagem outros da equipa de enlatamento, pois a análise das curvas será feita aos colaboradores da equipa de filetagem e aos de enlatamento separados.

Foram escolhidos os colaboradores independentemente do tempo de trabalho que tem

na empresa. Cada colaborador é atribuído um código para ser identificado.

Para quando da medição da sua produtividade, este código é colocado juntamente com a panna que contém a quantidade produzida e assim saber-se-á de quem ela pertence.

3.4.3 Medição da quantidade produzida

Nesta fase mede-se a quantidade de peixe filetado e a quantidade que peixe enlatado. O acompanhamento deve ser diário com uma observação ao final do dia de trabalho.

Assim diariamente as medições são feitas preenchendo a ficha de acompanhamento apresentado e no final do dia é calculado a produção do dia de trabalho.

Visto que o processo enlatamento do peixe dá-se depois da filetagem do mesmo. A equipa de filetagem começa-se por medir a produtividade a partir das 7:00 até 16:00 horas e o pessoal de enlatamento 7:30 até 16:30 horas, com uma hora de descanso.

3.4.4 Desenho e análise dos gráficos a partir dos dados colectados

Para a obtenção dos dados foram precisos três semanas de observação de 10 a 28 de Fevereiro. No apêndice são apresentadas as fichas de acompanhamento das equipas analisadas.

Os gráficos mostram as curvas de aprendizagem considerando os dias de semana pela média das quantidades produzidas.

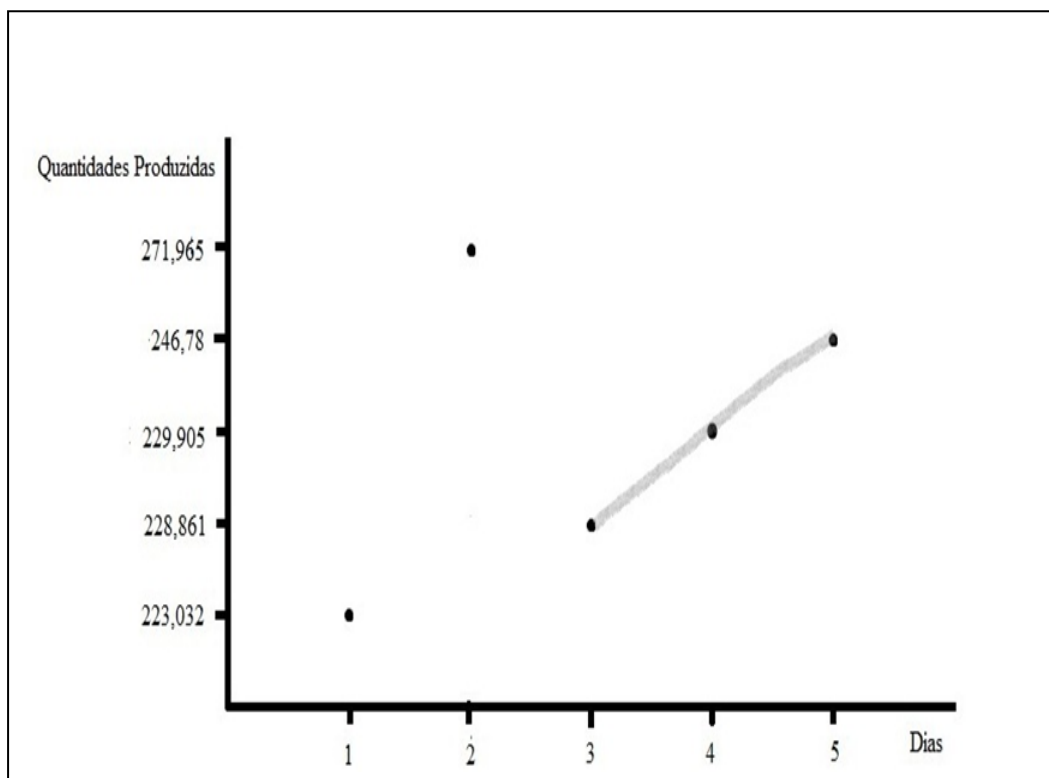
3.4.4.1 Curva de aprendizagem do serviço filetagem por semanas

Na primeira semana de observação note-se que no primeiro dia, 10 de Fevereiro, teve uma média de produção de 223,032 quilogramas de peixe filetado tendo aumentando no segundo dia para 271,969 quilogramas.

Já no terceiro dia teve uma queda para 228, 861 quilogramas, mas a partir daí a produção foi subindo até o quinto dia de trabalho onde filetaram uma média de 246,78 quilogramas embora não ultrapassou a produção o segundo dia.

Nesta semana todos os colaboradores trabalharam a semana inteira sem nenhuma falta, mesmo assim não aumentaram a produtividade de dia por dia.

Gráfico 5: Curva de aprendizagem filetagem 1ª semana



Fonte: Elaboração própria

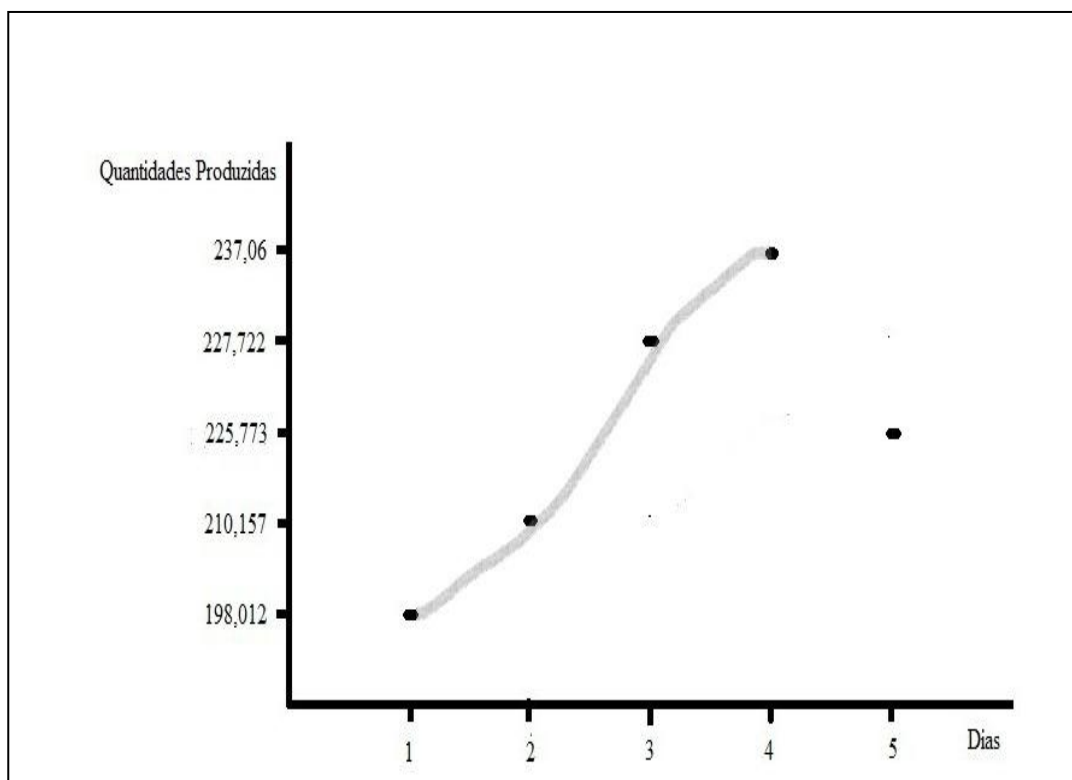
Já no primeiro dia da segunda semana, a produção foi numa média de produção de 198,012 quilogramas de peixe filetado, tendo diminuído do último dia da primeira semana para o primeiro da segunda semana em 48,768 quilogramas. Essa diminuição deve-se ao facto de terem faltados quatro pessoas na equipa de trabalho.

O motivo dessas faltas foi porque dois estavam doentes e os outros dois tinham os filhos doentes.

No dia seguinte faltaram apenas três e a produção aumentou 12,145 quilogramas em relação ao primeiro. Já no terceiro dia faltou apenas um e a produção aumentou mais numa média de 17 quilogramas.

No quarto dia faltaram três colaboradores mas mesmo assim a produção aumentou em média 9,338 quilogramas, o que mostra algum efeito de aprendizagem nestes quatros dias. Já no quinto dia a produção decresce relativamente ao quarto dia, interrompendo esse efeito de aprendizagem.

Gráfico 6: Curva de aprendizagem filetagem 2ª semana



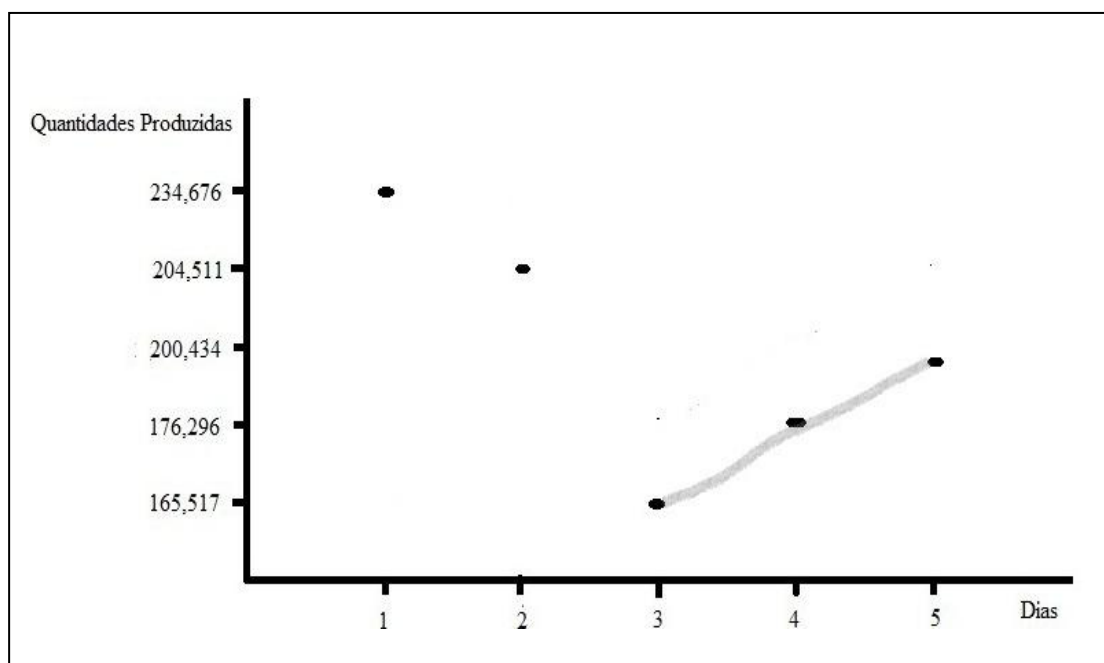
Fonte: Elaboração própria

Na terceira semana a produção do primeiro dia aumentou relativamente ao último dia da segunda semana em média 8,903 quilogramas, pois nesse dia não houve faltas. No segundo dia dessa terceira semana a produção diminuiu de 234,676 para 204,511 quilogramas de peixe filetado, o que pode ser explicado devido a falta de um colaborador na equipa de filetagem nesse dia.

No terceiro dia dessa semana em análise 13 colaboradores dos que estavam a ser acompanhados nesta secção de filetagem saíram de férias, o que influencia a produtividade. Houve mais duas pessoas que faltaram por motivo de doença, tendo a produção diminuído para 165,517 quilogramas.

No dia seguinte aumentou para 176,296 quilogramas tendo faltado apenas um colaborador por motivo de doença e os que estavam de férias. E aumentou mais ainda no quinto dia para 200,434 quilogramas de peixe filetado mesmo tendo um colaborador a menos que o dia anterior. Neste caso a partir do terceiro dia note-se algum efeito de aprendizagem.

Gráfico 7: Curva de aprendizagem filetagem 3ª semana



Fonte: Elaboração própria

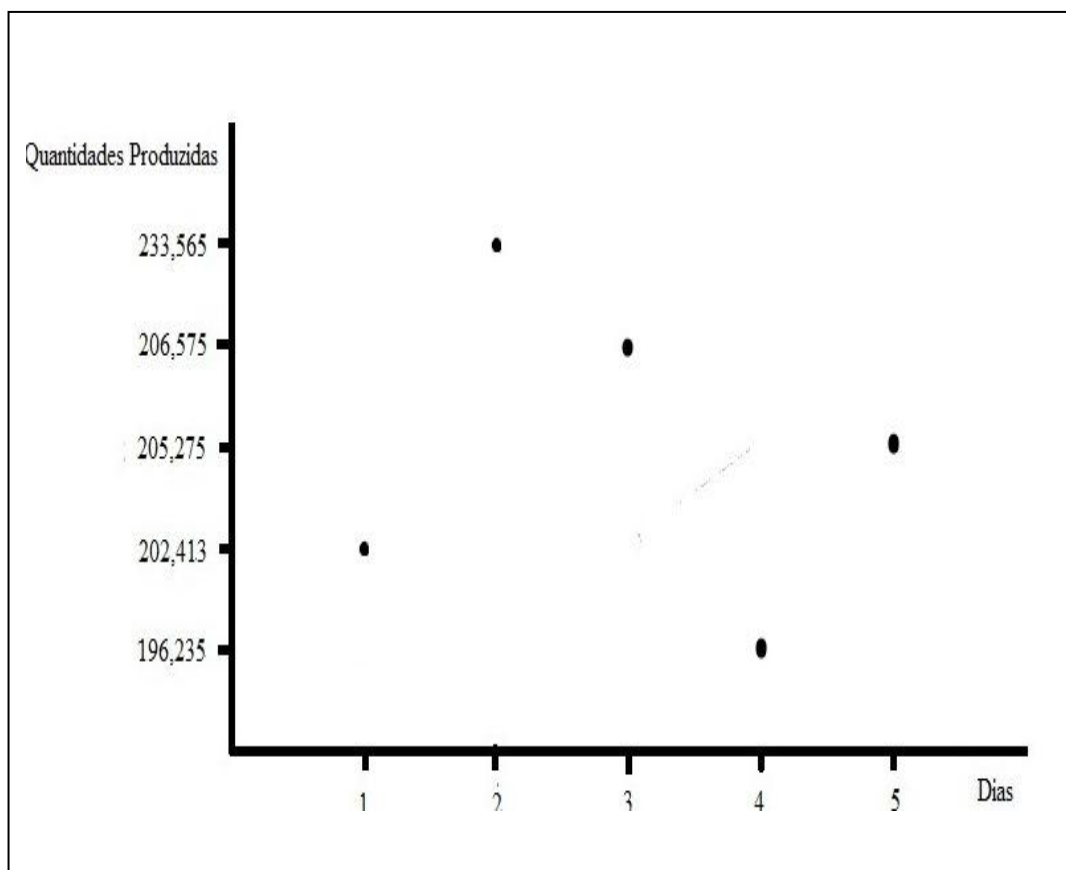
3.4.4.2 Curva de aprendizagem do serviço enlatamento por semanas

Na secção de enlatamento no primeiro dia, os colaboradores enlataram em média 202,235 quilogramas de peixe filetado tendo aumentado para 233,565 quilogramas no segundo dia. Mas já no terceiro dia, essa média desceu para 206,575 quilogramas e no quarto dia desceu mais ainda para 196,235 quilogramas.

Muito embora no quinto dia de observação a média da produção aumentou para 205,275 quilogramas, logo não se nota o efeito de aprendizagem. Pois nessa semana todos os colaboradores estavam presentes e mesmo assim a produção oscilava, o que não é nada

bom para a empresa, visto que os colaboradores não estão ganhando experiência com a prática e consequentemente não acontece o efeito de aprendizagem.

Gráfico 8: Curva de aprendizagem enlatamento 1ª semana



Fonte: Elaboração própria

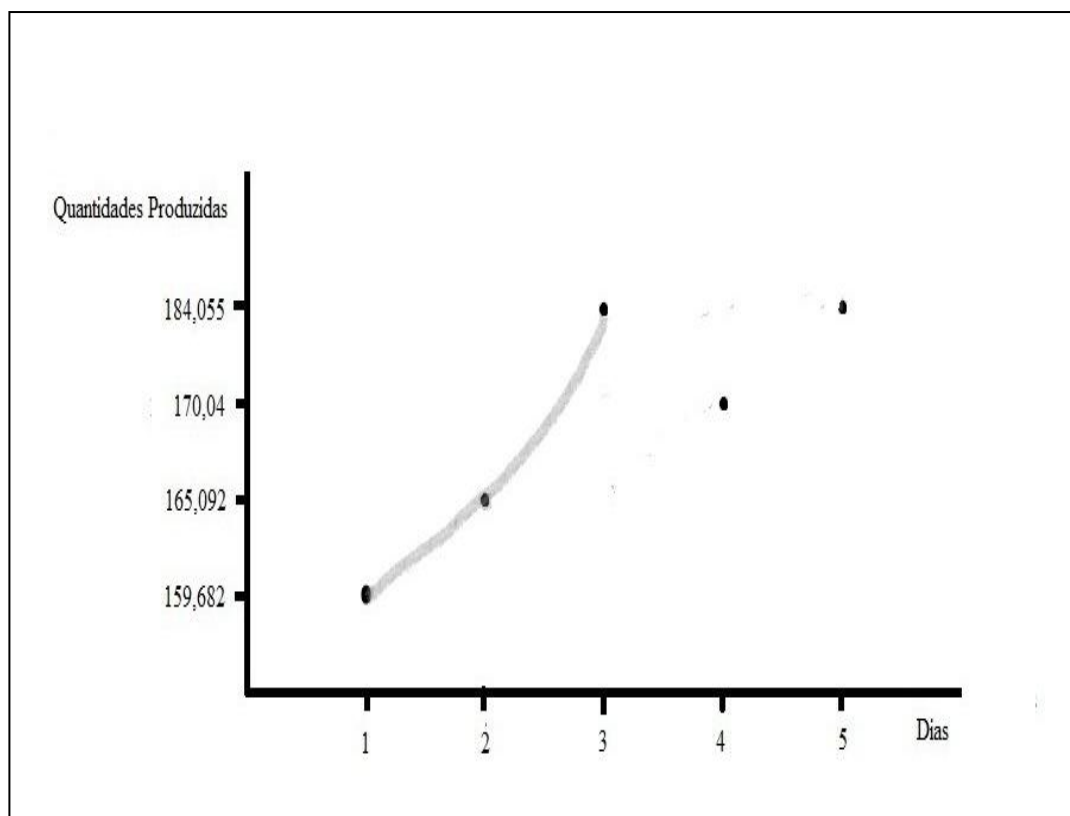
No primeiro dia da segunda semana enlataram em média 159,682 quilogramas de peixe, mostrando assim uma diminuição em relação ao último dia da primeira semana.

Nesta semana a média da produção aumentou consecutivamente nos três primeiros dias, sendo 159,682 quilogramas no primeiro dia, 165,092 quilogramas no segundo dia e 184,055 quilogramas no terceiro dia. O que mostra o efeito de aprendizagem mesmo variando o número de faltas.

Já no quarto dia esse efeito foi interrompido, pois a média da produção diminuiu para 170,04 quilogramas, e o número de faltas aumentou. No quinto dia essa média começa por tomar o seu ritmo ascendente atingindo os 184, 876 quilogramas, tendo menos um

número de faltas que o dia anterior. No quarto dia houve seis faltas e no quinto dia houve cinco faltas, todos por motivo da doença.

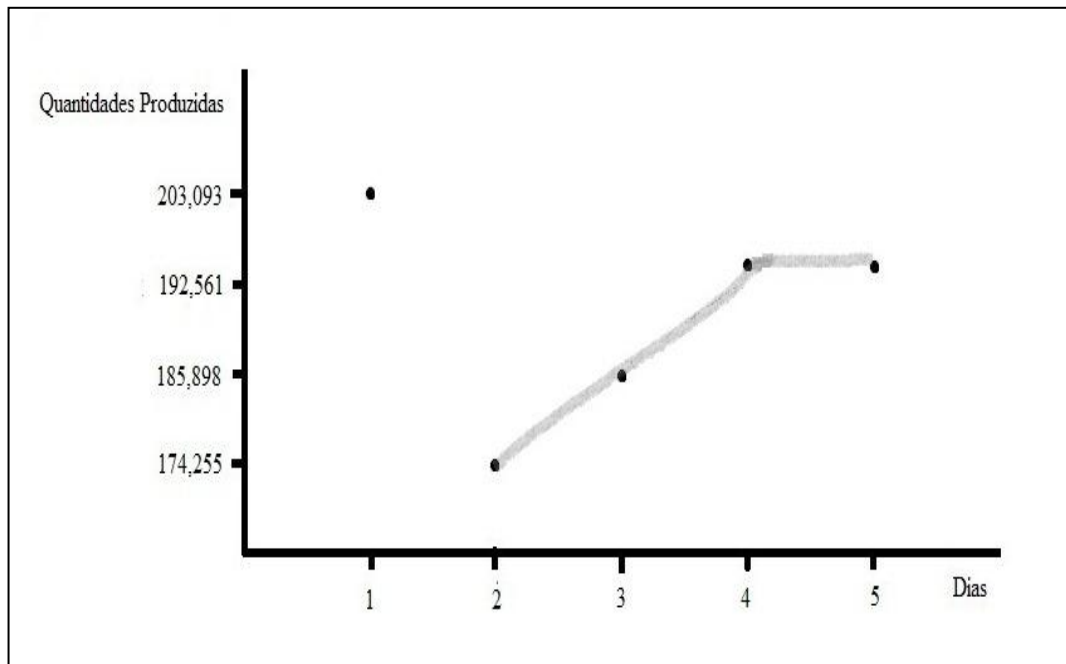
Gráfico 9: Curva de aprendizagem enlatamento 2ª semana



Fonte: Elaboração própria

No primeiro dia da terceira semana de observação, o pessoal de enlatamento enlatou em média 203,093 quilogramas de peixe, 18,214 quilogramas acima da média da produtividade do dia anterior. Mas no dia seguinte todos os colaboradores estavam presentes e essa produtividade diminui em média 28,838 quilogramas em relação ao dia anterior, foi enlatado em média 174,255 quilogramas de peixe. Já no terceiro dia faltaram três pessoas e a produtividade aumentou para 185,898 quilogramas mesmo com o número de faltas aumentado, três por motivo de férias e quatro por motivo de doença.

Gráfico 10: Curva de aprendizagem enlatamento 3ª semana



Fonte: Elaboração própria

Em forma de resumo, pode-se dizer que não existe o efeito de aprendizagem na secção de filetagem e enlatamento. Uma vez que a produtividade não aumenta de acordo com a familiaridade e a prática da tarefa ao longo do tempo, ou seja, os colaboradores não aumentam a sua produtividade a medida que ganham experiência. Pois a produtividade hora aumenta, hora diminui. Pode-se dizer que esta variação deriva-se do facto das faltas dos colaboradores, mas é uma hipótese descartada porque tem dias que todos os colaboradores estão presentes e a produção é menor do que quando os colaboradores faltam, como por exemplo, na secção de enlatamento no primeiro dia da última semana houve faltas mas mesmo assim produziram mais do que no segundo dia dessa última semana que não houve faltas.

É de notar também, que a empresa tem muitas perdas na produção. Seria bom se toda a quantidade de peixe filetado fosse enlatado, mas não é o que acontece na empresa. Todos os dias, excepto no quarto dia da terceira semana, existem perdas porque a quantidade de peixe enlatado é sempre inferior ao que é filetado no dia, e pode-se ver

que o que não foi filetado no dia anterior não é reportado para o dia seguinte para ser enlatado.

3.5 Considerações sobre o modelo aplicado

As curvas de aprendizagem são ferramentas onde vê-se a actuação e o desempenho das equipas no desenvolvimento das suas tarefas no decorrer do tempo de trabalho.

É evidente que este modelo tem de ser aplicado numa área onde as tarefas são repetitivas para que se possa verificar se existe o efeito de aprendizagem.

O modelo foi aplicado de acordo com os números levantados pelas observações para as curvas de aprendizagem, assim foi feito uma média da produtividade por dia para fazer uma análise.

Um cuidado muito importante que deve ser tomado na colecta de dados para os gráficos das curvas de aprendizagem é a observação diária infalível. Deve-se observar as faltas dos colaboradores e a produção feita por dia. É necessário fazer as observações todos os dias para garantir que as informações sejam reais. A partir daí as fichas devem ser preenchidas, organizadas e analisadas.

Embora as curvas de aprendizagem variem de empresa para empresa, este modelo pode ser aplicado em outras áreas. Cada uma com as suas características específicas, visto que, cada empresa tem o seu método próprio de execução das suas tarefas.

CONCLUSÕES

A realização deste trabalho permitiu a formulação de algumas conclusões a respeito da elaboração do modelo para a colecta de dados para a análise das curvas de aprendizagem.

O enquadramento teórico mostra que os modelos de curvas de aprendizagem são apresentados pelos seus autores como equações matemáticas. Não foi encontrada na literatura justificativa para a escolha do modelo para a confecção dos gráficos das curvas de aprendizagem aplicadas na empresa, foi aplicado o modelo linear devido aos dados colectados.

Após a escolha do tipo de curva, a elaboração do modelo para a colecta de dados para a confecção das curvas de aprendizagem fez com que o objectivo geral do trabalho fosse atingido.

A empresa onde foram colectados os dados tem algumas características que facilitaram o bom andamento da pesquisa. A preocupação da empresa com as boas condições de trabalho dos colaboradores e com a aquisição de produtos de qualidade tornaram o ambiente favorável para a pesquisa.

O modelo aplicado mostrou-se eficiente para a colecta dos dados para a investigação.

Um dos cuidados que deve ser tomado na colecta de dados para os gráficos das curvas é a observação diária sem falhas. As observações têm que ser feitas todos os dias para garantir que as informações sejam reais.

Observa-se, a partir das curvas de aprendizagem analisadas na empresa não existe uma estabilidade na produção, não apresentado uma taxa de aprendizagem para essas áreas de produção.

Com essa análise conseguiu-se responder a pergunta de partida. Com a conclusão de que a empresa não aumenta a sua produtividade a medida que ganha experiência.

Com o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que as curvas de aprendizagem oferecem, não apenas aos gestores como também aos outros tomadores de decisão, o poder de analisar a produtividade dos seus colaboradores, a fim de ajudar nas decisões estratégicas e estar em forte domínio sobre a concorrência.

RECOMENDAÇÕES

Muitas vezes para que a produção aumente cada vez mais numa empresa, a gestão precisa provocá-la. E neste caso recomenda-se à FRESCOMAR a provocar esse aumento da produtividade, de modo a ter uma taxa de aprendizagem. Por exemplo, a empresa poderia criar motivação aos colaboradores fazendo com que estes se sintam parte integrante da empresa, e não só meros colaboradores.

Como recomendações para futuras pesquisas recomenda-se a aplicação do objectivo proposto neste trabalho em outras empresas. De igual modo recomenda-se o alargamento do trabalho na mesma empresa no sentido de agrupar os colaboradores as tarefas que mais se adequam ao perfil de cada um para ver se assim estes terão maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livros

António, N. (1991). *Qualidade – Teoria e Prática*. Lisboa

Baranano, A. (2004). *Métodos e técnicas de investigação em gestão*. Lisboa

Besanko, D., Dranove, D., Shanley, M. & Schaefer, S. (2006). *A Economia da estratégia*. Porto Alegre, 3ª Edição.

Chase, R; Jacobs, R. & Aquilano, N. (2006). *Administração da produção para a vantagem competitiva*. Porto Alegre.

Drury, C. (2004). *Management and cost accounting. London. Sixth Edition*.

Kauark, F., Manhães, F. & Medeiros, C. (2010). *Metodologia da pesquisa. Um guia prático*. Bahia.

McGuigan, J., Moyer, H. & Harris, F. (2004). *Economia de empresas. Aplicações. Estratégia e Táticas*. São Paulo.

Mortal, A. (2007). *Contabilidade da gestão*. Lisboa.

Peinado, J. & Graeml, A. (2007). *Administração da produção (Operações industriais e de serviços)*. Unicenp.

Prodanov, C. & Freitas, E. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho académico*. Rio Grande do Sul. 2ª Edição.

Reis, E. (2009). *Estatística descritiva*. Lisboa, 7ª Edição

Rodrigues, M., Dionísio, P., Esperança, J. & Rodrigues, J. (2000) *Strategor política global da empresa*. Lisboa. 3ª Edição.

Artigos e Revistas

Anzanello, M. & Fogliatto, F. (2005). *Alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores baseado em modelos de curva de aprendizagem*. Revista produção, São Paulo.

Disponível em: <http://www.scielo.br/> consultado no dia 20/01/2014 11:30

Anzanello, M. & Fogliatto, F. (2007). *Alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores baseada em modelos de curva de aprendizagem*. Revista produção, São Paulo, 2007 V.15. nº 2

Disponível em: <http://www.scielo.br/> consultado no dia 20/01/2014 12:00

Bom Gosto, L. (2013). *Curva de aprendizagem no processo de internacionalização*. Lisboa

Disponível em: <http://www.jornaldenegocios.pt/> consultado no dia 15/02/2014 14:45

Cardoso, L. (2000). *Aprendizagem organizacional*. Coimbra

Disponível em: www.cm-alcobaca.pt consultado no dia 15/02/2014 15:00

Nunes, G., Oliveira, A., Alves, L. & Alfonso T. (2007). *Influência da curva de aprendizado no sucesso e na ocorrência de complicações associadas aos procedimentos pela via radial*. Revista brasileira cardiologia. Porto Alegre

Disponível em: <http://www.rbc.org.br/> consultado no dia 18/10/2013 15:25

Pereira, A. & Dathein, R. (2012). *Processo de aprendizado, acumulação de conhecimento e sistemas de inovação: a “ co- evolução das tecnologias físicas e sociais” como fonte de desenvolvimento económico*. Revista Brasileira de Produção. São Paulo

Disponível em: <http://www.anpecsul2011.ufsc.br> consultado no dia 5/01/2014 22:36

Sequeira, B. (2008). *Aprendizagem organizacional e a gestão do conhecimento: uma abordagem multidisciplinar*. IV Congresso Português de Sociologia. Algarve.

Disponível em: <http://repositorio.ipl.pt/> consultado no dia 15/02/2014 15:11

Teses e dissertações

Anzanello, M.J. (2004) *Curvas do aprendizado como balizadores da alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores*. Porto Alegre, Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Disponível em: www.posugf.com.br/biblioteca/ consultado no dia 20/01/2014 13:00

Bashir, F., Noor, A. & Jahan, S. (2011). *Applications of learning curve: An analysis*. Institute of Management Sciences. Multan.

Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1858224> consultado no dia 21/12/2013 21:00

Fioritti, Guido. (2009). *From men and machines to the organization learning curve*. Bologna. Tese de mestrado universidade de Bologna.

Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1524332> consultado no dia 21/12/2013 20:41

Leite, M. (2000). *A utilização das curvas da aprendizagem no planejamento da construção civil*. Florianópolis. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/> consultado no dia 20/01/2014 11:40

Stroieke, R. (2012). *Agrupamento de trabalhadores através da modelagem de cuvas de aprendizado*. Porto Alegre. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Outras Fontes:

www.ubagogroup.com

APÊNDICES

Apêndice I – Pedido de autorização

Apêndice II – Quadro produtividade de filetagem primeira semana

Apêndice III – Quadro de produtividade de filetagem segunda semana

Apêndice IV – Quadro de produtividade de filetagem terceira semana

Apêndice V – Quadro de produtividade de enlatamento primeira semana

Apêndice VI – Quadro de produtividade de enlatamento segunda semana

Apêndice VII – Quadro de produtividade de enlatamento terceira semana

Apêndice I – Pedido de autorização

Marly Pires da Cruz

São Vicente, Chã de Alecrim

Contacto: 9927752

E-mail: marlycruz91@hotmail.com

Exmo. Sr. Director Geral da FRESCOMAR,

Sr. António Apolinário

Assunto: *Pedido de autorização.*

Eu, **Marly Pires da Cruz**, 22 anos de idade portadora do B.I nº325156, aluna do presente ano lectivo do Curso de Licenciatura em Contabilidade e Administração – Ramo Administração e Controlo Financeiro, ministrado no ISCEE (Instituto Superior de Ciências Económicas e Empresariais) – Pólo do Mindelo, estando em fase de dissertação do trabalho de fim de curso, sobre tema “Curva de Aprendizagem” venho, por esta via mui respeitosamente, solicitar que V. Excia se digne conceder-me autorização não só para a realização de um estudo na área de produção, bem como a utilização das informações recolhidas junto à empresa, para a concepção do referido trabalho. No estudo, pretendo conhecer a área de produção da empresa e acompanhar alguns dos seus colaboradores no desempenho das suas tarefas, de modo a analisar o seu nível de aprendizagem. As informações a recolher no seio da vossa empresa serão utilizadas única e exclusivamente por mim, sob a orientação de uma docente no ISCEE e se destinam unicamente à realização do trabalho.

Na expectativa de que o pedido venha a ter o acolhimento favorável por parte de V. Excia, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Atentamente,

\Marly Pires da Cruz/

Mindelo, 11 de Dezembro de 2013

Apêndice II – Quadro produtividade de filetagem primeira semana

Equipa :	Filetagem					
Semana:	10 a 14 Fevereiro					
Nº	10-fev	11-fev	12-fev	13-fev	14-fev	Média
3	222,55	186,86	186,423	218,949	269,114	216,779
31	121,383	246,058	224,518	224,3	239,424	211,137
36	238,688	219,077	274,879	270,081	249,817	250,508
1012	185,627	249,817	176,928	151,502	178,513	188,477
311	255,762	329,725	230,513	238,723	339,874	278,919
313	272,674	307,838	301,128	296,548	285,148	292,667
317	214,763	300,67	199,147	214,119	219,884	229,717
324	245,846	245,186	163,645	170,092	186,039	202,162
342	247,625	268,583	268,356	268,855	258,311	262,346
345	232,829	302,316	274,702	286,573	304,534	280,191
358	231,532	251,839	194,014	214,138	238,733	226,051
366	225,757	302,196	272,478	263,428	252,214	263,215
380	217,543	289,839	256,946	257,572	228,454	250,071
415	311,132	227,263	268,132	367,394	300,005	294,785
424	472,086	485,782	420,935	429,79	454,829	452,684
443	328,31	395,093	280,309	185,287	331,993	304,198
511	99,81	272,497	289,807	273,979	274,19	242,057
514	293,009	346,186	296,548	312,503	306,498	310,949
526	269,825	303,731	298,781	307,716	314,528	298,916
581	279,226	240,11	215,859	237,45	263,788	247,287
591	383,068	429,016	307,759	300,986	350,431	354,252
596	258,364	344,098	317,118	279,064	293,2	298,369
702	177,351	263,69	238,35	234,036	251,311	232,948
705	219,063	314,31	220,225	210,405	289,886	250,778
714	234,8	292,334	201,216	225,955	262,686	243,398
728	202,896	268,58	268,58	194,974	194,942	225,994
740	244,074	273,217	269,474	266,871	282,065	267,14
742	224,344	268,372	267,996	260,38	320,53	268,324
749	231,948	281,367	214,249	209,924	278,139	243,125
763	215,771	254,22	190,943	215,743	227,93	220,921
773	239,033	248,095	232,008	203,076	210,983	226,639
778	160,334	205,78	152,149	161,541	189,364	173,834
782	235,008	232,535	201,936	224,196	254,751	229,685
793	223,542	214,536	100,957	194,765	194,405	185,641
876	199,295	242,466	173,232	198,565	196,016	201,915
919	189,386	293,693	235,523	205,843	188,342	222,557
929	238,518	303,207	196,297	180,036	152,248	214,061
968	151,449	261,015	194,456	186,594	207,225	200,148
973	156,231	187,254	175,898	178,952	182,534	176,174
974	86,595	202,157	146,606	144,642	156,964	147,393
979	30,902	158,834	159,737	128,197	154,606	126,455
982	187,696	266,745	174,792	185,261	209,372	204,773
993	155,906	150,88	174,644	156,019	131,21	153,732
996	201,869	239,586	161,699	180,81	183,299	193,453
Média	223,032	271,969	228,861	229,905	246,78	240,11

Apêndice III – Quadro de produtividade de filetagem segunda semana

Equipa:	Filetagem					
Semana:	17 a 21 Fevereiro					
Nº	17-fev	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	Média
3		242,83	244,482	186,788	250,581	231,17
31	213,254	211,065		271,319	260,86	247,748
36		227,415	275,144	295,923	283,54	270,506
1012	173,222	147,56	133,485	158,335		146,46
311	288,658	298,453	269,019	245,129	264,101	269,176
313	302,563	277,602	283,297	326,93	323,824	302,913
317		190,529	226,679	255,313		224,174
324	154,064		172,414	209,314	212,012	197,913
342	251,583	236,038	161,675	292,309	255,351	236,343
345	307,964	281,658	325,312	327,536	313,362	311,967
358	177,468	226,502	213,203	232,042	253,266	231,253
366		74,653	54,073	296,333	275,239	175,075
380	42,819	209,207	197,726	301,48	272,289	245,176
415	329,04	389,749	297,18	240,748	289,226	304,226
424	466,447	429,761	383,977	454,57	462,97	432,82
443	356,42		314,538	270,911	263,479	282,976
511	263,855	237,826	274,184	325,006	295,708	283,181
514	311,034	288,019	282,071	364,194	270,697	301,245
526	347,105	296,684	302,398	352,708	290,844	310,659
581	213,895	217,404	239,867	238,584	208,585	226,11
591	367,495	379,988	340,102	279,131	309,234	327,114
596	256,185	182,731	271,594			227,163
702	239,775		171,592	231,309	243,499	215,467
705	241,263	255,863	268,372	255,945	251,832	258,003
714	203,468	241,648	243,142	230,018	247,037	240,461
728	234,307	227,573	225,033	235,078	234,715	230,6
740	269,818	264,287	290,869	305,469	315,968	294,148
742	274,604	246,803	272,162	307,405	304,512	282,721
749	232,017	212,843	210,386	228,321	230,8	220,588
763	188,707	232,582	228,647	245,199	252,075	239,626
773	228,703	240,884	239,563	215,389	225,197	230,258
778	156,585	152,766	175,399	175,399	231,246	183,703
782	189,591	236,714	231,148	239,728	164,703	218,073
793	206,532	375,534	264,24	248,955	240,5	282,307
876	169,735	195,678	194,44	218,611	238,398	211,782
919	136,039	246,153	236,635	231,682	240,058	238,632
929	41,903	80,049	198,518			139,284
968	148,247	173,74	195,871	226,909	200,1	199,155
973	140,289	150,16	158,442	213,09	259,135	195,207
974	92,319	142,146	170,177	215,91	226,811	188,761
979	79,453	100,529	200,399	161,2	140,999	150,782
982	168,266	194,926	172,932	230,412	230,381	207,163
993	71,988	82,369	198,442	89,999	100,898	117,927
996	175,844	147,974	210,929			179,452
Média	198,012	210,157	227,722	237,06	225,773	238,851

Apêndice IV – Quadro de produtividade de filetagem terceira semana

Equipa:	Filetagem					
Semana:	24 a 28 Fevereiro					
Nº	24-fev	25-fev	26-fev	27-fev	28-fev	Média
3	212,079	78,891				145,485
31	249,191	215,31	214,104	221,489	232,153	226,449
36	245,944	210,518	213,428	239,965	223,014	226,574
1012	190,153	205,215				197,684
311	290,164	208,105	346,59	319,143	340,13	300,826
313	335,348	280,795	237,229	303,21	258,219	282,96
317	202,773	203,171	263,665	249,678	311,275	246,112
324	167,155	170,383	37,803	68,069	246,797	138,041
342	257,591	229,43	234,364	248,168	259,925	245,896
345	309,085	289,599	287,11	211,489	270,021	273,461
358	217,123	201,001	228,211	238,119	253,181	227,527
366	244,681	236,828	100,999	200,111	316,973	219,918
380	252,437	233,106	155,553	176,916	208,462	205,295
415	274,026	238,253	290,464	217,631	334,931	271,061
424	438,375	394,316	377,426	394,237	408,73	402,617
443	340,481	248,961		244,559	374,225	302,057
511	251,077	228,056	224,483	250,177		238,448
514	317,232	184,332	274,825	289,441	181,382	249,442
526	329,381	308,22	276,784	286,033	334,959	307,075
581	243,247	255,016	207,603	230,915	259,243	239,205
591	355,709	339,208	312,418	394,383	406,149	361,573
596	256,672	228,685	279,955		290,625	263,984
702	214,982	222,083		241,784	280,706	239,889
705	146,495	199,987	293,749	270,81	302,957	242,8
714	232,425	172,543	270,583	273,669	319,908	253,826
728	256,649	165,534	232,257	242,056	272,169	233,733
740	277,033	255,992				266,513
742	267,399	237,295	241,405	272,999	269,326	257,685
749	157,176	192,766	260,754	265,753	304,729	236,236
763	249,953	225,734	314,696	247,958	387,389	285,146
773	267,958	227,197	223,482	231,723	213,364	232,745
778	110,963	110,899				110,931
782	206,336	195,125	226,123	247,584	275,602	230,154
793	162,612	162,612				162,612
876	183,157	176,67				179,914
919	253,301	190,817	257,283	155,145	227,863	216,882
929	160,533		90,898	156,861	233,442	160,434
968	280,059	169,467	231,913	180,433	221,23	216,62
973	213,753	167,27				190,512
974	168,629	146,617				157,623
979	82,096	100,999				91,5475
982	152,358	134,17	76,606	186,505		137,41
993	134,186	179,268				156,727
996	167,786	178,039				172,913
Média	234,676	204,511	165,517	176,296	200,434	227,376

Apêndice V – Quadro de produtividade de enlatamento primeira semana

Equipa :	Enlatamento					
Semana:	10 a 14 Fevereiro					
Nº	10-fev	11-fev	12-fev	13-fev	14-fev	Média
7	175,737	193,966	191,72	181,483	181,483	184,878
52	201,847	210,752	182,066	211,738	220,51	205,383
65	148,097	219,594	259,142	196,07	156,307	195,842
1003	209,893	271,29	229,594	211,791	215,974	227,708
164	224,332	284,308	223,454	182,807	209,087	224,798
190	298,229	323,319	252,458	240,006	265,519	275,906
221	134,476	173,292	169,223	152,52	135,44	152,99
233	139,193	168,348	173,816	152,703	162,35	159,282
237	198,935	222,759	208,762	189,111	204,03	204,719
225	219,158	264,998	209,296	185,829	202,883	216,433
244	202,34	215,746	217,49	170,607	176,779	196,592
247	262,389	270,734	216,131	200,451	188,606	227,662
273	231,218	249,646	204,062	236,85	219,287	228,213
289	306,031	324,876	264,951	270,235	340,143	301,247
300	176,561	231,338	196,49	203,983	216,871	205,049
304	362,292	410,373	278,707	254,871	304,568	322,162
321	269,799	268,82	213,292	228,789	205,439	237,228
334	88,259	153,202	179,12	144,196	139	140,755
374	259,088	291,646	206,333	213,551	205,332	235,19
400	177,717	226,331	179,657	199,538	171,946	191,038
405	144,24	188,362	189,275	182,914	156,809	172,32
427	222,051	199,169	161,509	209,447	218,804	202,196
466	312,487	351,091	307,734	318,056	327,416	323,357
478	282,397	297,347	233,379	219,938	219,458	250,504
490	295,803	278,928	238,676	232,042	267,108	262,511
501	240,53	224,783	185,949	204,918	250,847	221,405
518	161,001	184,104	175,392	159,409	152,336	166,448
529	158,202	195,454	205,095	191,038	188,903	187,738
538	179,534	224,802	200,581	176,937	180,14	192,399
541	233,707	290,509	213,197	230,125	259,467	245,401
547	254,157	270,933	240,53	216,277	201,822	236,744
558	91,974	163,992	238,676	126,412	291,715	182,554
564	227,588	249,536	191,913	200,448	218,226	217,542
803	182,696	233,123	180,522	196,376	213,2	201,183
813	134,691	164,289	181,015	155,385	155,723	158,221
819	119,676	122,703	172,587	144,367	154,734	142,813
823	157,709	224,834	194,535	178,962	160,132	183,234
833	189,161	208,759	198,082	194,175	180,162	194,068
864	302,506	313,214	274,535	228,407	226,091	268,951
867	132,524	151,515	173,86	147,541	248,812	170,85
883	278,093	317,627	261,135	250,003	287,741	278,92
885	190,384	210,701	189,658	187,942	180,14	191,765
892	155,028	188,896	164,763	155,084	91,189	150,992
898	223,7	241,98	200,328	206,715	213,039	217,152
903	140,804	183,245	174,448	160,091	154,304	162,578
915	230,855	262,847	225,191	210,367	196,323	225,117
936	152,997	165,793	167,11	161,63	158,417	161,189
971	173,611	158,711	158,711	150,7	183,147	164,976
978	194,001	265,816	170,736	195,609	217,524	208,737
985	72,987	169,871	203,869	193,322	188,46	165,702
Média	202,4137	233,565	206,575	196,235	205,275	208,813

Apêndice VI – Quadro de produtividade de enlatamento segunda semana

Equipa:	Enlatamento					
Semana:	17 a 21 Fevereiro					
Nº	17-fev	18-fev	19-fev	20-fev	21-fev	Média
7	160,094	166,279	178,021	200,906	209,798	188,751
52	187,342	182,914	200,331	221,315	242,321	211,72
65	136,46	130,556	155,223	152,63	165,992	151,1
1003	75,892	189,683				189,683
164	224,057	220,352	230,981	205,376	180,965	209,419
190	267,137	228,893	251,864	157,1	182,288	205,036
221	88,931	88,455	141,814	137,879	172,695	135,211
233	62,285	140,472	142,797		161,522	148,264
237	226,082	198,853	200,729	214,764	188,991	200,834
225	200,666	163,869	220,664	199,387	189,44	193,34
244	167,675	165,123	181,4	171,046	195,249	178,205
247	178,58	156,894	167,293	204,93	233,489	190,652
273	166,185	140,687	240,192			190,44
289	246,203	322,378	292,366	248,544	269,623	283,228
300	181,821	173,687	189,822	240,233	248,452	213,049
304	287,95	310,463	312,996	257,856	285,543	291,715
321		144,452	254,893	193,129	246,206	209,67
334	85,653	47,339	132,857	133,857	136,937	112,748
374						0
400	62,358	131,602	224,085			177,844
405	89,891	61,706	159,248	176,77	174,931	143,164
427		182,932	208,863	222,85	240,356	213,75
466	343,147	267,348	292,679	317,144	299,837	294,252
478	200,795	232,061	229,013	203,231	224,752	222,264
490	248,487	241,974	256,621	62,012	241,291	200,475
501	212,18	224,076	213,69	232,848	224,06	223,669
518	141,372	135,449	148,517	152,185	183,425	154,894
529	88,064			155,76	157,182	156,471
538	140,194	164,611		171,851	185,659	174,04
541	206,614	244,437	219,83	246,469	256,7	241,859
547	230,997		197,182	191,291	212,562	200,345
558	126,412	291,715	265,197	189,174	189,174	233,815
564	202,173	206,039	213,529	196,259	175,133	197,74
803	215,512	207,116	196,13	199,387	215,364	204,499
813	131,577	155,223	155,223	151,291	170,13	157,967
819	151,951		157,03	181,685	169,77	169,495
823	43,575	135,351	198,644			166,998
833	182,377	167,622	182,045	170,512	181,233	175,353
864	287,966	281,929	247,735	262,146	301,188	273,25
867	90,237	77,19	133,769	140,56	149,452	125,243
883	299,173	306,04	290,237	271,979	302,531	292,697
885	152	152,87	168,633	182,579	201,604	176,422
892	132,158	138,602	153,881	172,3	187,001	162,946
898	212,606	205,603	192,106	180,345	199,718	194,443
903	141,587	131,273	147,178	147,715	173,143	149,827
915	195,088	166,172	173,996	205,824	156,451	175,611
936	135,506	90,433	140,472	148,609	168,674	137,047
971	71,099	100,299	138,198	185,854	234,392	164,686
978	167,54	194,82	184,16	226,334	226,4	207,929
985	138,441	188,776	220,633	218,087	132,175	189,918
Média	159,682	165,092	184,055	170,04	184,876	189,239

Apêndice VII – Quadro de produtividade de enlatamento terceira semana

Equipa:	Enlatamento					
Semana:	24 a 28 Fevereiro					
Nº	24-fev	25-fev	26-fev	27-fev	28-fev	Média
7	213,279	163,743	160,767	187,361	221,189	189,268
52	214,975	188,663	158,363	189,449	190,787	188,447
65	150,122	75,889	191,986	172,641	217,351	161,598
1003	261,189	235,473	192,586	296,093	212,698	239,608
164	236,55	162,22	217,439	246,958	188,663	210,366
190	266,818	254,135	251,731	156,256	242,334	234,255
221	153,913	87,647	186,995	182,269	207,328	163,63
233	151,395	78,154	172,461	153,808	172,076	145,579
237	196,838	157,435	174,849	196,86	193,912	183,979
225	239,731	189,882	206,424	255,531	249,334	228,18
244	184,149	168,568	199,2	216,991	205,357	194,853
247		143,934	222,023	201,19	309,278	219,106
273	190,356	258,592	195,691	216,959	128,467	198,013
289	261,65	282,469	345,747	351,802	402,943	328,922
300		21,515	204,94	211,507	248,996	171,74
304	339,776	289,223	300,08	379,492	367,018	335,118
321	246,658	178,21	196,875	217,635	268,187	221,513
334	86,749	128,228	151,003	139,066	146,189	130,247
374	181,821	219,104	161,886	142,853	254,994	192,132
400	175,715	238,155	193,42			202,43
405	163,923	82,137	182,974	180,447	194,402	160,777
427	184,855	181,669	188,524		269,755	206,201
466	325,571	314,421	284,57	299,941	328,004	310,501
478	259,29	209,798	220,194	291,835	279,74	252,171
490	276,793	233,947	227,917	258,188	299,634	259,296
501	249,191	200,742	190,58			213,504
518	183,956	62,83	180,551	182,914		152,563
529	167,811	126,981	180,882	220,282	241,558	187,503
538	189,348	139,745	190,267	200,571		179,983
541	243,43	175,708	249,536	248,061		229,184
547	197,466	210,269	221,748	225,33	235,738	218,11
558	312,048	291,715	291,715	312,048	249,422	291,39
564	228,798	225,447	205,458	225,598	241,667	225,394
803	216,912	177,815	198,594	199,504	239,548	206,475
813	153	87,903	176,482	170,613	168,677	151,335
819	148,95	131,959	129,503	160,546		142,74
823	183,037	92,059	133,349	210,683	225,641	168,954
833	211,491	163,781	208,936	166,889	207,565	191,732
864	338,383	277,286	257,49	333,092	319,307	305,112
867	126,542	126,542	79,789	158,673	159,377	130,185
883	328,398	296,188	232,778	348,375	341,934	309,535
885	210,089	210,089	147,958	192,093	186,477	189,341
892	155,682	128,037	171,978	166,017	200,808	164,504
898	237,261	218,292	167,625	174,198	188,233	197,122
903	144,875	73,487	89,898	169,801	165,749	128,762
915	228,359	163,155	218,374	261,549	279,175	230,122
936	163,348	92,113	182,759	167,536	178,513	156,854
971	162,77	170,146				166,458
978	183,203	156,541				169,872
985	228,166	170,727				199,447
Média	203,093	174,255	185,898	192,79	192,561	204,682

ANEXOS

Anexo I – Dimensão da Amostra

Anexo II - Tabela de valores de curva de aprendizagem por unidade segundo Wright

Anexo III - Tabela de valores acumulados de curva de aprendizagem segundo Wright

Anexo I – Dimensão da Amostra

O tamanho da amostra está estritamente relacionado com a questão da representatividade.

Não existe um tamanho ideal para a amostra. Para efeitos descritivos considera-se uma amostra grande quando $n > 30$. Uma amostra deve ser suficientemente grande para ser representativa, mas o número de elementos necessários para assegurar a sua representatividade depende da natureza de investigação. Quanto mais homogénea for uma população relativamente ao objecto de estudo mais fácil poder-se-á obter amostras representativas dela sem necessidade que elas sejam de dimensão grande. O tamanho da amostra tem uma relação directa com o desvio típico nas características da variável a investigar.

Determinação estatística do tamanho da amostra:

A dimensão da amostra é obtida com base nos seguintes elementos:

- Nível de confiança
- Natureza da população (infinita ou finita)
- Margem de erro

Conhecendo o nível de confiança que se pretende pode-se aplicar uma equação matemática para estimar o tamanho da amostra. Dependendo da natureza da população (finita ou infinita) e do erro de estimação permitido aplicam-se as seguintes equações:

A) Cálculo do tamanho da amostra para populações infinitas.¹⁰ Neste caso apresentam-se duas situações:

A.1) É conhecida a proporção dos elementos que possuem a característica através de estudos prévios. Aplica-se a seguinte expressão:

¹⁰Consideram-se populações infinitas as que superam os 100.000 elementos.

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

n = dimensão da amostra

∇= Nível de significância.

e = erro de estimação permitido

z = padrão associado ao nível de significância

p = % estimado

q = 100 - p

A.2. Se é desconhecida a proporção dos indivíduos ou objectos que possuem a característica, assume-se p = 50% e q = 50%.

B) Determinação do tamanho da amostra para populações finitas.

Neste caso aplica-se a seguinte expressão:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(n - 1) + z^2 * p * q}$$

Assim foi calculado trabalho a amostra:

$$\frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 456}{1.96^2 * 0.5 * 0.5 + 0.09^2 * 455} = 94$$

Anexo II - Tabela de valores de curva de aprendizagem por unidade segundo Wright

Unidade	Factor de aprendizagem por unidade							
	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	0,6000	0,6500	0,7000	0,7500	0,8000	0,8500	0,9000	0,9500
3	0,4450	0,5052	0,5682	0,6338	0,7021	0,7729	0,8462	0,9219
4	0,3600	0,4225	0,4900	0,5625	0,6400	0,7225	0,8100	0,9025
5	0,3054	0,3658	0,4368	0,5127	0,5956	0,6857	0,7830	0,8877
6	0,2670	0,3284	0,3977	0,4754	0,5617	0,6570	0,7616	0,8758
7	0,2383	0,2984	0,3674	0,4459	0,5345	0,6337	0,7439	0,8659
8	0,2160	0,2746	0,3430	0,4219	0,5120	0,6141	0,7290	0,8574
9	0,1980	0,2552	0,3228	0,4017	0,4930	0,5974	0,7161	0,8499
10	0,1832	0,2391	0,3058	0,3846	0,4756	0,5828	0,7047	0,8433
12	0,1602	0,2135	0,2784	0,3565	0,4493	0,5584	0,6854	0,8320
14	0,1430	0,1940	0,2572	0,3344	0,4276	0,5386	0,6696	0,8226
16	0,1290	0,1785	0,2401	0,3164	0,4096	0,5220	0,6561	0,8145
18	0,1188	0,1659	0,2260	0,3013	0,3944	0,5078	0,6445	0,8074
20	0,1099	0,1554	0,2141	0,2884	0,3812	0,4954	0,6342	0,8012
22	0,1025	0,1465	0,2038	0,2772	0,3697	0,4844	0,6251	0,7955
24	0,0961	0,1387	0,1949	0,2674	0,3595	0,4747	0,6169	0,7904
25	0,0933	0,1353	0,1908	0,2629	0,3548	0,4701	0,6131	0,7880
30	0,0815	0,1208	0,1737	0,2437	0,3346	0,4505	0,5963	0,7775
35	0,0728	0,1097	0,1605	0,2286	0,3184	0,4345	0,5825	0,7687
40	0,0660	0,1010	0,1498	0,2165	0,3050	0,4211	0,5708	0,7611
45	0,0605	0,0939	0,1410	0,2060	0,2936	0,4096	0,5607	0,7545
50	0,0560	0,0879	0,1336	0,1972	0,2838	0,3996	0,5518	0,7486
60	0,0489	0,0785	0,1216	0,1828	0,2676	0,3829	0,5367	0,7386
70	0,0437	0,0785	0,1216	0,1828	0,2676	0,3829	0,5367	0,7386
80	0,0396	0,0657	0,1049	0,1622	0,2440	0,3579	0,5137	0,7231
90	0,0363	0,0610	0,0987	0,1545	0,2349	0,3482	0,5046	0,7168
100	0,0336	0,0572	0,0935	0,1479	0,2271	0,3397	0,4966	0,7112
120	0,0294	0,0510	0,0851	0,1371	0,2141	0,3255	0,4830	0,7017
140	0,0262	0,0464	0,0786	0,1287	0,2038	0,3139	0,4718	0,6937
160	0,0237	0,0427	0,0734	0,1217	0,1952	0,3042	0,4623	0,6869
180	0,0218	0,0397	0,0691	0,1159	0,1879	0,2959	0,4541	0,6809
200	0,0201	0,0371	0,0655	0,1109	0,1816	0,2887	0,4469	0,6757
250	0,0171	0,0323	0,0584	0,1011	0,1691	0,2740	0,4320	0,6646
300	0,0149	0,0289	0,0531	0,0937	0,1594	0,2625	0,4202	0,6557
350	0,0133	0,0262	0,0491	0,0879	0,1517	0,2532	0,4105	0,6482
400	0,0121	0,0241	0,0458	0,0832	0,1453	0,2454	0,4022	0,6419
450	0,0111	0,0224	0,0431	0,0792	0,1399	0,2387	0,3951	0,6363
500	0,0103	0,0210	0,0408	0,0758	0,1352	0,2329	0,3888	0,6314
600	0,0090	0,0188	0,0372	0,0703	0,1275	0,2232	0,3782	0,6229
700	0,0080	0,0171	0,0344	0,0659	0,1214	0,2152	0,3694	0,6158
800	0,0073	0,0157	0,0321	0,0624	0,1163	0,2086	0,3620	0,6098
900	0,0067	0,0146	0,0302	0,0594	0,1119	0,2029	0,3556	0,6045
1000	0,0062	0,0137	0,0286	0,0569	0,1082	0,1980	0,3499	0,5998
1200	0,0054	0,0122	0,0260	0,0527	0,1020	0,1897	0,3404	0,5918
1400	0,0048	0,0111	0,0240	0,0495	0,0971	0,1830	0,3325	0,5850
1600	0,0044	0,0102	0,0225	0,0468	0,0930	0,1773	0,3258	0,5793
1800	0,0040	0,0095	0,0211	0,0446	0,0895	0,1725	0,3200	0,5743
2000	0,0037	0,0089	0,0200	0,0427	0,0866	0,1683	0,3149	0,5698
2500	0,0031	0,0077	0,0178	0,0389	0,0806	0,1597	0,3044	0,5605
3000	0,0027	0,0069	0,0162	0,0360	0,0760	0,1530	0,2961	0,5530

Anexo III - Tabela de valores acumulados de curva de aprendizagem segundo Wright

Unidade	factor de aprendizagem cumulativo							
	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,600	1,650	1,700	1,750	1,800	1,850	1,900	1,950
3	2,045	2,155	2,268	2,384	2,502	2,623	2,746	2,872
4	2,405	2,578	2,758	2,946	3,142	3,345	3,556	3,774
5	2,710	2,946	3,195	3,459	3,738	4,031	4,339	4,662
6	2,977	3,274	3,593	3,934	4,299	4,688	5,101	5,538
7	3,216	3,572	3,960	4,380	4,834	5,322	5,845	6,404
8	3,432	3,847	4,303	4,802	5,346	5,936	6,574	7,261
9	3,630	4,102	4,626	5,204	5,839	6,533	7,290	8,111
10	3,813	4,341	4,931	5,589	6,315	7,116	7,994	8,955
12	4,144	4,780	5,501	6,315	7,227	8,244	9,374	10,62
14	4,438	5,177	6,026	6,994	8,092	9,331	10,72	12,27
16	4,704	5,541	6,514	7,635	8,920	10,38	12,04	13,91
18	4,966	5,879	6,972	8,245	9,716	11,41	13,33	15,52
20	5,171	6,195	7,407	8,828	10,48	12,40	14,61	17,13
22	5,379	6,492	7,819	9,388	11,23	13,38	15,86	18,72
24	5,574	6,773	8,213	9,928	11,95	14,33	17,10	20,31
25	5,668	6,909	8,404	10,19	12,31	14,80	17,71	21,10
30	6,097	7,540	9,305	11,45	14,02	17,09	20,73	25,00
35	6,478	8,109	10,13	12,72	15,64	19,29	23,67	28,86
40	6,821	8,631	10,90	13,72	17,19	21,43	26,54	32,68
45	7,134	9,114	11,62	14,77	18,68	23,50	29,37	36,47
50	7,422	9,565	12,31	15,78	20,12	25,51	32,14	40,22
60	7,941	10,39	13,57	17,67	22,87	29,41	37,57	47,65
70	8,401	11,13	14,74	19,43	25,47	33,17	42,87	54,99
80	8,814	11,82	15,82	21,09	27,96	36,80	48,05	63,25
90	9,191	12,45	16,83	22,67	30,35	40,32	53,14	69,45
100	9,539	13,03	17,79	24,18	32,65	43,75	58,14	76,59
120	10,16	14,11	19,57	27,02	37,05	50,39	67,93	90,71
140	10,72	15,08	21,20	29,67	41,22	56,78	77,46	104,7
160	11,21	15,97	22,72	32,17	45,20	62,95	86,80	118,5
180	11,67	16,79	24,14	34,54	49,03	68,95	95,96	132,1
200	12,09	17,55	25,48	36,80	52,72	74,79	105,0	145,7
250	13,01	19,28	28,56	42,05	61,47	88,83	126,9	179,2
300	13,81	20,81	31,34	46,94	69,66	102,2	148,2	212,2
350	14,51	22,18	33,89	51,48	77,43	115,1	169,0	244,8
400	15,14	23,44	36,26	55,75	84,85	127,6	189,3	277,0
450	15,72	24,60	38,48	59,80	91,97	139,7	209,2	309,0
500	16,26	25,68	40,58	63,68	98,85	151,5	228,8	340,6
600	17,21	27,67	44,47	70,97	112,0	174,2	267,1	403,3
700	18,06	29,45	48,04	77,77	124,4	196,1	304,5	465,3
800	18,82	31,09	51,36	84,18	136,3	217,3	341,0	526,5
900	19,51	32,60	54,46	90,26	147,7	237,9	376,9	587,2
1000	20,15	31,01	57,40	96,07	158,7	257,9	412,2	647,4
1200	21,30	36,59	62,85	107,0	179,7	296,6	481,2	766,6
1400	22,32	38,92	67,85	117,2	199,6	333,9	548,4	884,2
1600	23,23	41,04	72,49	126,8	218,6	369,9	614,2	1001
1800	24,06	43,00	76,85	135,9	236,8	404,9	678,8	1116
2000	24,83	44,84	80,96	144,7	254,4	438,9	742,3	1230
2500	26,53	48,97	90,39	165,0	296,1	520,8	897,0	1513
3000	27,99	52,62	98,90	183,7	335,2	598,9	1047	1791